

INSTITUTTET FOR HUSBYGNING

Forelæsningsnotat nr. **63**

JOHS. F. MUNCH-PETERSEN  
**DÆK- OG VÆGELEMENTER**  
3. REVIDEREDE UDGAVE

---

Den polytekniske Lærestalt, Danmarks tekniske Højskole  
Lyngby 1982

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
JOHS.F. MUNCH-PETERSEN	
FORORD	1
INDLEDNING	4
DÆKELEMENTER	6
VÆGELEMENTER	9
MONTAGEPROCEDUREN	10
KOMMENTARER TIL BYGGE-SYSTEM-NØGLE	14
KLAUS BLACH & FILIP WANNING, SBI	21
BYGGE-SYSTEM-NØGLE	
- Eksempel på systematisk præsentation	
af bygningsdetaller for et byggesystem	
JOHS.F. MUNCH-PETERSEN	
KOMMENTARER TIL BROCHURER FRA HØJGAARD & SCHULTZ A/S	31
HØJGAARD & SCHULTZ A/S (Brochurer vedlagt i kuvert)	
Sandwichfacader (boliger og institutioner)	Brochure 3/1
Dæk	Brochure 5/1
Langdæk	Brochure 5/2
Vægge	Brochure 7/1

Dette notat er en revideret udgave af forelæsningsnotat nr. 48 og 54. Revisionerne omfatter nyt brochuremateriale med tilhørende kommentarer og rettelse af trykfejl. Afsnittet om bæreevnebestemmelse indgår ikke i dette notat, men udgives som noter til kursus 6523.

H&S brochurerne er de samme, undtagen 5/2, der er udsendt i reviderede udgaver, senest i oktober 1983.

FORORD

Dette notat er udarbejdet primært til Instituttet for Husbygning's Grundkursus i Husbygning, der normalt følges på 2. halvår.

Titlen "Dæk- og vægelementer" er kort, men ikke dækkende, dels fordi notatet også omtaler andre bygningsdele, f.eks. trapper og facader, dels fordi notatets emne belyses fra andre synsvinkler i andre forelæsningsnotater.

## Element/komponent

I øvrigt anvendes ordet "element" her og i mange andre af IFH's notater i den på tegnestuer og byggepladser benyttede betydning: en præfabrikeret bygningsdel, der korrekt betegnes en komponent.

## Industrialiseret byggeri

Den del af husbygningspensum, der behandler det såkaldt industrialiserede byggeri (benævnt det utraditionelle byggeri for 10-20 år siden, idag bl.a. montagebyggeri, præfabrikeret byggeri, industrialiseret byggeri) omfatter for tiden en række elementære notater, der belyser forskellige sider af de ideer og de egenskaber ved præfabrikerede bygningsdele, som en bygningsingeniør bør kende.

## 3 kategorier byggearbejder

Opførelsen af et hus omfatter normalt tre kategorier af byggearbejder, som benævnes (usystematisk, men i en vis relation til såvel funktion som tidsmæssig placering under husets opførelse) ved entrepriserens navne: Fundering og kælder, råhus, installationer og færdiggørelsesarbejder.

## Fundering og kælder

Funderings- og kælderarbejderne, der normalt er "traditionelle" selv om huset i øvrigt er "utraditionelt", behandles i "Kompendium i Husbygning".

## Råhus

Råhuset, d.v.s. den (med kraner monterede) lukkede skal, der består af dæk-, væg-, trappe-, skakt-, altan- og facadeelementer, behandles i dette notat og i "Facadeelementer" ud fra elementære konstruktive synspunkter. Endvidere generelt i instituttets notat om "Konstruktiv forståelse".

## Statiske beregninger

De statiske beregninger af de bærende konstruktioner behandles i Afdelingen for Bærende Konstruktioners kurser og (specielt for montagebyggeriet) på instituttets kurser 6523 og 6524, der også omfatter en mere detaljeret gennemgang af konstruktive principper og elementsystemer.

Installationer og færdiggørelsesarbejder

Installationerne og færdiggørelsesarbejderne omtales bl.a. i "Kompendium i Husbygning", der omfatter traditionelle og enkelte utraditionelle løsninger. I øvrigt behandles disse emner ved en række andre DtH-institutter, bl.a. laboratorierne for Varme- og Klimateknik, Varmeisolering, Teknisk Hygiejne m.v.

Varme- og lydisolering behandles helt elementært på instituttets grundkursus i korte notater og SBI-anvisninger, fyldigere i kurserne ved laboratorierne for Varmeisolering og Akustik.

Notatet "Facadeelementer" omhandler facadeelementers opbygning og fuger.

Montagebyggeriets planlægning

Emneområder som montagebyggeriets ide, projekteringsorganisation, opførelse (montage), prissætning og finansiering behandles elementært i instituttets notater, "Byggesystemets organisation og planlægning" og "Huslejen = f(pris, politik, produktivitet, prioritering)". I øvrigt henvises til kurserne ved Laboratoriet for Anlægsteknik. Endelig kan der henvises til "Kompendium i Husbygning", pag. 7-34, om Modulprojektering (alment, mål, metodik).

Notatets indhold

Nærværende notat omhandler de almindeligst anvendte præfabrikerede dæk- og vægelementers princip og montage. Hertil kommer de 2 nedenfor omtalte vigtige afsnit om typiske detaljer, der venligst er stillet til rådighed for IFH.

Byggesystemnøgle

De typiske detaljer, samlet i afsnittet "Bygge-System-Nøgle - eksempel på systematisk præsentation af bygningsdetaljer for et byggesystem" er udarbejdet af arkitekterne Klaus Blach og Filip Wanning for SBI (Statens Byggeforskningsinstitut) baseret på oplysninger fra det rådgivende ingeniørfirma P.E. Malmstrøm A/S.

Elementerne produceredes af Modulbeton A/S (A. Jespersen & Søn). Byggeriet var et af "montagekvotens" banebrydende byggerier fra 1960'erne i gruppen Ballerupplanen, Gladsaxeplanen, Hedegaarden. Disse byggerier er fyldigere beskrevet i bl.a. "Byggeindustrien" (1958 og 1962).

Jeg takker SBI, Klaus Blach, Filip Wanning og P.E. Malmstrøm for deres store imødekommenhed, der har gjort det muligt at lade dette omfattende og værdifulde materiale indgå i notatet.

"Bygge-System-Nøglen" er medtaget, dels for at vise, hvor mange detaljer, der indgår i et simpelt montagebyggeri, og hvorledes disse kan præsenteres, dels for at vise eksempler på løsninger af elementers samlinger m.v..

Det må understreges, at disse detaljer, der er taget fra et aktuelt byggeri, Hedegaarden i Ballerup, repræsenterer dette byggeris løsninger, som de blev udført dengang. I mine kommentarer er omtalt enkelte detaljer, som man idag nok ville søge andre løsninger på.

I notatet indgår også detaljer af dæk- og vægelementer, som de produceres idag, i form af Højgaard & Schultz's brochurer. Instituttet er endvidere i besiddelse af en lang række element- og samlingsdetailtegninger fra firmaet, til brug for studerende, der skal arbejde med detaillering, elementudformning m.v.

Brochurerne omhandler kun normale elementer og de normale fuger. Der er mange andre elementvarianter og elementtyper, færdiggørelsesdele o.s.v..

Tegningerne er samtidig et udgangspunkt for optegning af elementer og fuger ved øvelser.

Det tilføjes, at målene på disse detaljer er næsten de samme for elementer fra de andre fabrikker. For ikke at forvirre de studerende er eet firmas detailtegninger udvalgt.

Jeg takker Højgaard & Schultz for firmaets store imødekommenhed ved at stille brochurer og tegninger til vore studerendes rådighed.

Alt det i indholdsfortegnelsen omtalte materiale, tekst og tegninger, indgår i notatet - og i pensum, hvis en pensumliste ikke specifikt siger noget andet. Studerende, der er i besiddelse af de nu udgåede notater - nr. 48 og 54 - (med samme titel som dette notat) kan læse efter disse notater, uanset at brochurer, bilag m.v. er afvigende og lidt forældede.

Johs.F. Munch-Petersen

Højgaard & Schultz's  
elementer

Pensum

INDLEDNING

Den bærende og afstivende konstruktion i boligbyggeri (og i de fleste andre huse) består af dækkene (etageadskillelserne) og de bærende vægge, suppleret lokalt af tagkonstruktioner, altaner og lignende.

## Traditionelle huses konstruktion

De traditionelle dæk var i reglen opbygget af træ (træbjælkelag) eller af beton (på stedet støbt jernbeton). De traditionelle bærende vægge var i reglen opbygget af træ (bindingsværk med ler eller tegl som ikke-bærende udfyldning, i nyere tid med andre, isolerende udfyldninger og beklædninger) eller af murværk, med sten og mørtel som kraftoverførende materiale, eventuelt af beton (isoleret på forskellig vis). "Kompendium i Husbygning" viser en række eksempler herpå.

## Præfabrikering fra 1955

I efterkrigsårene blev det mere og mere almindeligt at præfabrikere dæk og vægge, d.v.s. at flytte en del af arbejdsoperationerne fra byggepladsen til fabrikker for (næsten) brugsfærdige bygningskomponenter til bærende konstruktioner.

## Etplanshuse

Det lave byggeri, etplanshusene, er idag ofte opbygget af præfabrikerede tag- og facadeelementer, letbetonvægge og lignende, som ikke skal omtales her.

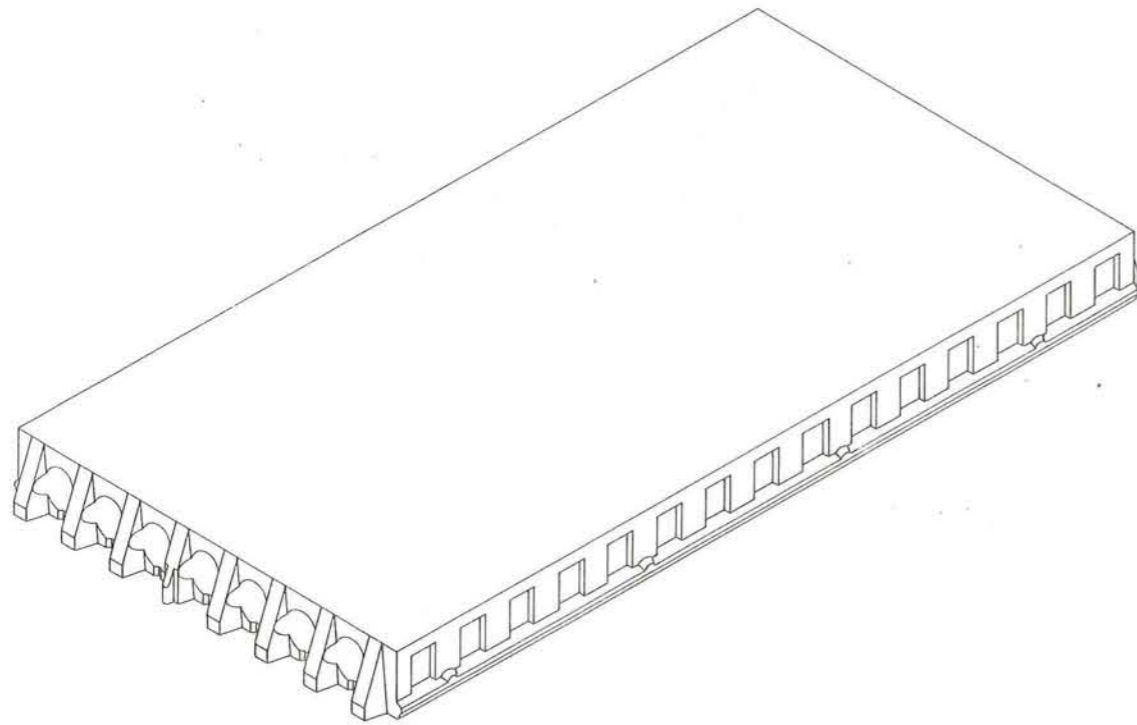
## Etagebyggeriet

Etageboligbyggeriet opføres idag næsten udelukkende af præfabrikerede dæk- og vægelementer i beton, suppleret med tunge eller lette facadeelementer.

Enkelte byggerier, især i provinsen, har dog stadig bærende vægge af tegl (mursten).

Det tilføjes, at der anvendes mange typer dæk- og vægelementer, også flere end de typer, der omtales i kommentarerne til Højgaard & Schultz's brochurer, og at mange elementfabrikker i Danmark er konkurrencedygtige med leverancer af dæk- og vægelementer i beton og af facadeelementer, baseret på beton, tegl, træ, letbeton, o.s.v..

De studerende vil, i en kommende praksis, opleve det interessante og kvalificerede arbejde det er, enten at vælge mellem markedets produkter, eller at medvirke til udviklingen af et nyt, generelt eller specielt tilpasset, element. Dette notats principielle indhold forældes næppe straks, selv om mange illustrationer reelt er fra omkring 1960. De praktiske detaljer er løbende under revision. Notatet må derfor læses som et idégrundlag.



FIGUR 1

PRÆFABRIKERET BETON-DÆKELEMENT, 1:20

Standardbredde 12M og 24M. Standardlængde  $n \times 3M$  ( $8 \leq n \leq 20$ )

Tykkelse 180/185 mm med langsgående, cirkulære udsparinger  
215-240 mm med langsgående, ovale udsparinger.

Langsgående, slap armering (kamstål) i undersiden pr. 150 mm.

Simpelt understøttede på (de armerede) bæreknafter pr. 150 mm.

Fortanding med 150 mm deling langs langsiderne.

Langsiden har endvidere små "bæreknafter" for armeringen i dæk-dæk-fugen, jfr. teksten pag. 8.

Sammenlign detaljer på figur 2.

Se også figur 10, pag. 32.

DÆKELEMENTER

## Huldækelementer

De fleste dækelementer er huldækelementer, som vist isometrisk på figur 1, smlgn. H & S's brochure 5/1, Dæk type PE/RE. Elementerne understøttes på bærende vægge langs de to korte sider - de er enkeltspændte. Som omtalt i "Montagebyggeriets projekteringsgrundlag" er alle danske byggesystemer idag baseret på enkeltspændte dæk, uanset at en del lejlighedstyper og byggesystemer ikke har et væg-system af parallelle vægge.

Bærende tværvægge  
i 1960'erne

Traditionelt byggeri havde ofte bærende systemer med murede vægge, der tillod 3- eller 4-sidig understøtning af på stedet støbte dækkonstruktioner. I montagebyggeriets gennembrudsperiode i 1960'erne var de fleste lejlighedsplaner baseret på bærende tværvægge og enkeltspændte dæk, parallelt med facaden, således som afsnittet Bygge-System-Nøgle illustrerer.

Enkeltspændte  
(simpelt  
understøttede)  
dækelementer

Enkeltspændte dæk er statisk enkle og klare. Produktionen kan forenkles, idet hvert enkelt elements armering kun er en funktion af dækkets spændvidde, belastning og eventuelle huller, udsparinger og lignende. 3- og 4-sidigt understøttede dæktyper ville medføre et uoverskueligt antal varianter i armering, dimensioner m.v. uden at tilføre byggeriet væsentlige planlægningsfordele.

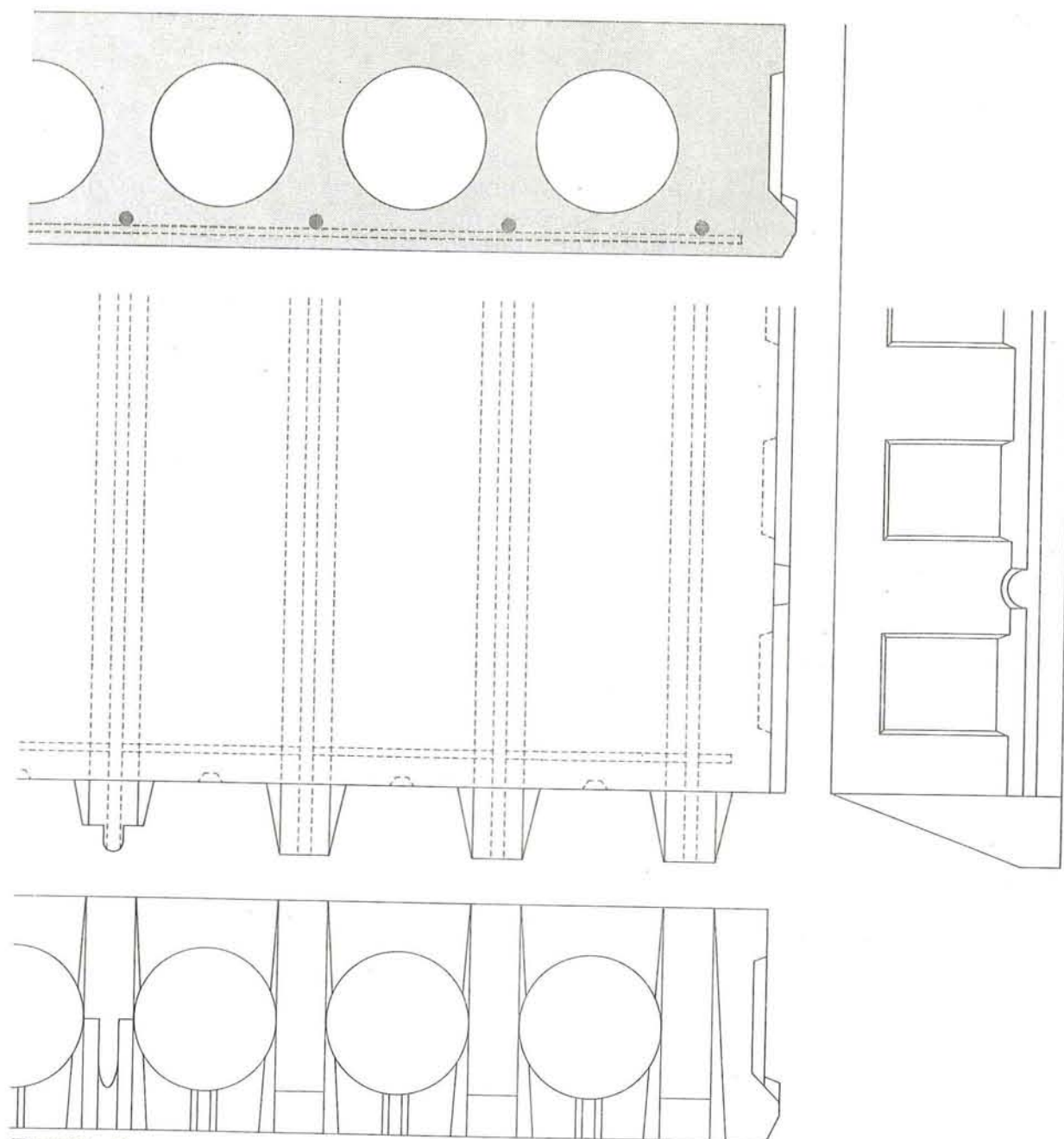
Det enkeltspændte dækelement kan, da bæretningen er entydig, "på langs", udføres med retningsbestemte armeringsnet i standardmål, med langsgående udsparinger, med fortandede langkanter og med bæreknafter på de korte ender, der hviler på væggene, jfr. figur 2 (og figur 10).

## Langsgående kanaler

De langsgående kanaler (ofte cirkulære) reducerer elementets vægt (og øger dermed for en given elementtykkelse elementets totale nyttelast tilsvarende). Kanalerne sparer beton, idet den for elementets bæreevne og stivhed afgørende parameter (for en given betonkvalitet) er dækkets tykkelse, uanset om det har udsparinger eller ej. Det enkeltspændte dæk bærer mellem væggene ved trykkræfter i det øverste betonlag, trækkræfter i armeringen indstøbt i underste betonlag. Betonen mellem kanalerne overfører normalt med lethed de nødvendige forskydningskræfter.



## Bæreknaster



FIGUR 2

Detaljer af det på figur 1 viste dækelement, 1:5. (smlgn. figur 10, p. 3)

Øverste snit: Langsgående armering på undersiden, som føres helt ud i de på planen viste bæreknaster. Knaster, armering og cirkulære udsparinger pr. 150 mm. Supplerende tværarmering. Armeringen er i reglen et svejst net.

Plan og nederste opstalt: De korte sider har (armerede) bæreknaster. Den lille reces i endeflader, under de langsgående, cirkulære udsparinger fungerer som dræn for eventuelt vand, der i montageperioden trænger ind i udsparingerne, idet disse, før dæk-væg-fugens udstøbning, afdækkes med (plast-)skiver. Smlgn. figur 8 og Bygge-System-Nøgle, pag. 23.

Bemærk, at en knast (den venstre) er kortere, med et lille, smalt fremspring, hvori et af jernene i det svejste armeringsnet er styret i tværretningen. Alle langsgående jern placeres derved korrekt i knasterne, idet armeringsnettene fremstilles med stor målnøjagtighed. Se også figur 11, pag. 34.

Højre opstalt af langkant: Fortanderinger med deling 150 mm samt lille "bæreknast" for langsgående fugearmering. Se notatets tekst pag. 8.

Ved understøtning på væggene overføres dækelementets egenvægt (egenlast) og belastning til væggene gennem bæreknaster, jfr. figur 1 og 6 (og væg-dæk-figureerne i Bygge-System-Nøgle, pag. 23).

Bæreknasterne er naturligvis anbragt ud for dækkets massive dele, mellem de langsgående udsparinger. Armeringen er anbragt, så de langsgående jern også ligger i denne zone, fra ende af bæreknast til ende af bæreknast. Helt ud i knasten for at sikre dennes bæreevne.

Enkelte dæktyper har ikke bæreknaster, se bl.a. H & S's brochure 5/2, Langdæk, type DE, EE, JE og KE.

Når de fleste dæktyper har bæreknaster i stedet for den produktionstekniske enklere løsning med lige afskæring, skyldes det hensynet til det bærende system, især for højere huse. Det enkelte dækelement afleverer til den understøttende væg summen af egenlast og brugslast af størrelsesordenen  $7 \text{ kN/m}^2$ . Med en knastafstand på 150 mm og en afstand mellem de bærende vægge på 4,80 m (normale tal) bliver lasten pr. bæreknast  $0,15 \times (\frac{1}{2} \times 4,80) \times 7 \approx 2,5 \text{ kN}$ , forudsat alle knaster bærer deres del af belastningen. I praksis er dette ikke tilfældet på grund af unøjagtigheder i betonelementernes overflader og montage, men en vis kraftudligning mellem knasterne finder sted. En knasts brudlast er ca. 10 kN.

Dækkene afleverer - i hver etage - ca. 30 kN/m til væggene, idet belastningen på dækkene, som omtalt, var ca.  $7 \text{ kN/m}^2$ , og idet vægafstanden i gennemsnit er ca. 4 m.

Nederste etages væg påvirkes, gennem fugen mellem dæk og væg (etagekrydset) dels af 20-40 kN/m (2-4 ton/m) fra de tilstødende dæk, dels af vægten fra de ovenfor monterede dæk og vægge. Sidstnævnte belastning er, i højt byggeri, således den væsentligste.

Etagekrydsets  
statiske funktion

Ved at udføre dækkene med bæreknaster opnår man, at dæklasten overføres til væggen gennem rigeligt stærke, små knaster, og at lasten fra etagerne ovenfor kan overføres gennem et stort tværsnit af udstøbt fugebeton (jfr. figur 7 (og 8)).

Ved dæk uden bæreknafter må disse forhold - og dækkenes "indspænding" i etagekrydset - undersøges nærmere.

I øvrigt er fugerne langs dækkene (langsgående dæk-dæk fuger og tværgående dæk-væg fuger, etagekryds) udstøbte med beton og armerede, for at sikre samvirken (skivevirkning) mellem de enkelte dækelementer.

#### Fortanding

Derfor må elementkanterne også fortandes for at sikre forskydningskræfternes overførsel (forskydningslås). Langs de korte kanter fungerer bæreknafterne som fortanding. Langs langkanterne er der etableret en speciel fortanding, se figur 1 og 2.

Sideformene i de stålforme, hvori dækelementerne støbes, må naturligvis have en geometri svarende til de ønskede forskydningslåse, d.v.s. at sideformen også er "fortandet". Sideformens fortanding kan samtidig benyttes til fastholdelse af formens endeform.

#### Stålforme til dæk

Dækelementerne støbes i stålforme, én for hver bredde, beregnet til produktion af samtlige længder (f.eks. 2400 - 6000 mm) indenfor produktionsprogrammet. Sideformene har da formens fulde længde = den maksimale elementlængde + 2 x endeformens bredde og er udformet med det til fortandingen svarende profil. Endeformens tværmål er lig afstanden mellem sideformene, d.v.s. det pågældende elements bredde, og de fastholdes i længderetningen af sideformens fortanding.

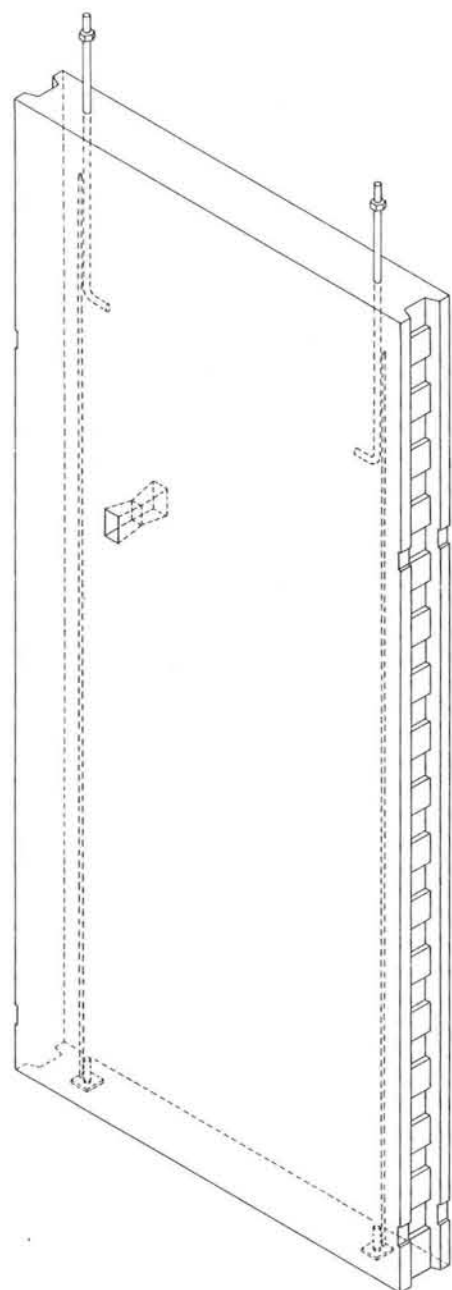
Derfor er fortandingernes indbyrdes centerafstand 150 mm, således at afstanden mellem endeformene kan varieres med 300 mm spring = 3M ifølge modulordningen. Man kunne sådan set godt producere elementer med 150 mm spring, men fabrikkerne fastholder i reglen 3M-spring for at holde antallet af produktionsvarianter nede.

#### Armerings"knaster"

Bemærk i øvrigt på figur 1 og 2 de små "knaster" pr. 600 mm langs elementets langside. Disse knaster bærer den langsgående fugearmering, således at den "svæver" i fugen og sikrer fuld omstøbning, også på jernets underside (jfr. "Dækfuge" i Byggesystem-Nøgle, pag. 24).

FIGUR 3

## PRÆFABRIKERET BETON-VÆGELEMENT, 1:20



Standardbredde:  $n \times 12M$ .

Standardhøjde: Svarende til standardetagehøjderne 28M (etageboligbyggeri) og 26M (enfamiliehuse) med fradrag af firmaernes valgte dæktykkelse 180/185 mm og 215-240 mm og fradrag af understopningsfugens tykkelse (28-33 mm), jfr.f.eks. "Etagekryds", Bygge-System-Nøgle, pag. 23.

Standardtykkelse: 150 & 180 mm. Uarmeret, medmindre døråbninger eller lignende kræver armering, dog er de viste løfte- og montagebolte forlængede med en lodret armering i elementets højde som sikkerhed mod brud under montagen.

Vægelementets lodrette kanter har fortanding til overførsel af forskydningskræfter mellem vægelementerne (skivevirkning). Der kan i specialelementer tilføjes supplerende U-bøjlearmering, f.eks. i langedeafstivende vægge, jfr. detaljer i Bygge-System-Nøgle, pag. 25.

Under montagen løftes elementet i sine to løftebolte og placeres på to højdejusterede møtrikker, der sidder på de to løftebolte, der rager op gennem dæk-vægfugen fra det nedenunderstående vægelement. Løfteboltene fungerer altså også som montagebolt. Bemærk de i vægundersiden indstøbte udsparinger med stålplade, der overfører elementets vægt til møtrikkerne, jfr. detaljer i Bygge-System-Nøgle, pag. 23.

Efter montagen fastholdes elementet af skræstivere (blå drenge), der fastgøres i dækket og i vægelementets udsparing(er), jfr. figur 4. Elementet fastholdes - og justeres med henblik på plan væg - til nabovægelementet ved "kraveknapper", jfr. figur 5. På figuren er vist udsparinger for kraveknapper 2 steder på elementets lodrette kant(er).

Se i øvrigt afsnittet montageproceduren.

## VÆGELEMENTER

## Normalt uarmerede

Bærende vægelementer er massive og normalt uarmerede, bortset fra den nedenfor omtalte sikkerhedsarmering og fra eventuel armering, som kræves omkring døråbninger eller langs elementkanter, hvor statiske beregninger viser, at forskydningskræfter m.v. ellers ikke kan overføres, se f.eks. pag. 25.

## Specialelementer

Specielle vægelementer (facader, gavle, trappevægge, korte, afstivende vægge (f.eks. langedevægge i tværvægshuse) og andre specielle vægge) kan være armerede med ét eller flere net, udragende bøjler o.s.v.. Eksempler vises i Bygge-System-Nøgle. I øvrigt henvises til notaterne til kursus 6503 og 6508 (samt til litteratur om f.eks. progressiv kollaps, montagebyggeri i jordskælvszoner etc., der udviser mange specielle armerings- og samlingsdetaljer).

## "Normale" dimensioner

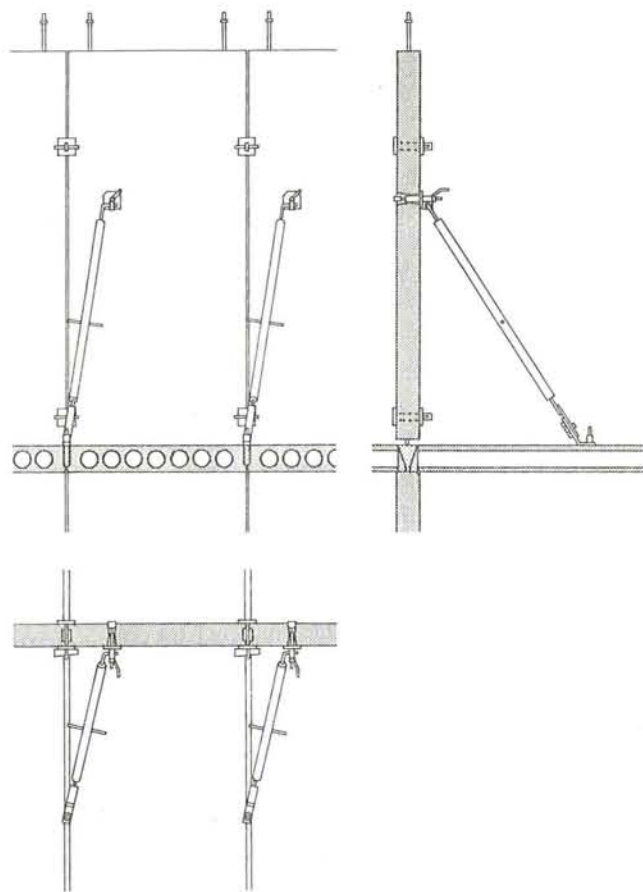
De i teksten til figur 3 angivne standardbredder og standardtykkelser bør måske kommenteres. Standardbredderne er i henhold til rekommendationerne fra DS  $n \times 12M$ , men i praksis vil de fleste fabrikker uden videre kunne levere  $n \times 6M$ . DS's rekommendationer angiver også standardtykkelserne 150 og 180 mm, uanset at fabrikerne regner 75, 100 og 250 mm som "standard".

## Sikkerhedsarmering

Efter sikkerhedsforskrifterne kræves det, at løfteboltene eller til løfteboltene svejste jern fortsætter lodret ned igennem elementet i hele dets højde som en sikkerhedsarmering. Når elementet monteres, hængende i løfteboltene, risikerer man, at elementet støder mod andre vægelementer eller opragende forhindringer. Hvis elementet var uarmeret, ville det brække, og en del af elementet med vægt op til adskillige ton ville falde ned. Sikkerhedsarmeringen sikrer, at elementet kun revner.

## Løftebolt er også montagebolt

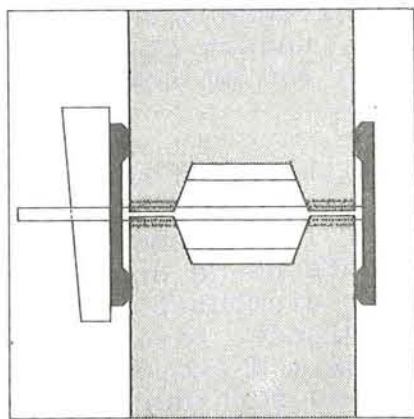
Jeg gør opmærksom på, at ordet løftebolt er synonymt med ordet montagebolt, idet løfteboltene benyttes, når elementet transporteres på fabrikken og på byggepladsen, men samtidig fungerer som montagebolte for næste etages vægge, se afsnittet Montageproceduren.



FIGUR 4, 1:50

"Blå drenge" til afstivning af vægelement under montagen. Afstivningsgrej fastholdes til dækket ved en eller flere bolte boret i dækket og til vægelementet i dets udsparring med konisk låsemekanisme. Den blå drengs rørformede midterstykke har foroven og forneden venstre-/højregevind for grejets øverste/nederste fastholdelsesdel, således at vægelementet ved drejning af det rørformede midterstykke kan justeres ind til lodret position. Den i Bygge-System-Nøgle viste oversigtsisometri viser en måske ikke helt korrekt anbringelse af de blå drenge: Der er muligvis for få, idet hvert element idag skal fastholdes mindst to steder på rimelig vis, d.v.s. ved blå drenge eller kraveknapper (figur 5). Kraveknapper kan medregnes enten "til højre" eller "til venstre" for fugen. Montagerækkefølgen skal overvejes.

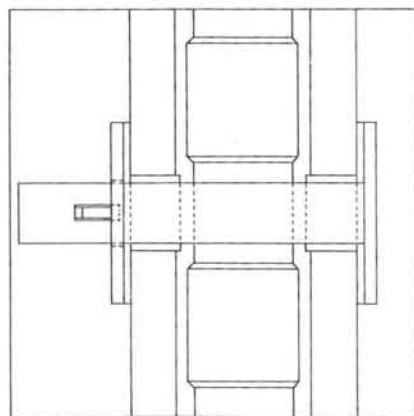
Fastholdelsen forneden af de blå drenge ved formclamps på jern, indstøbt i fugerne, er ikke generelt tilrådelig. Ved normalt montagetempo går der kun et døgn fra jernene anbringes i den nys udstøbte fuge til vægelementerne monteres, og der er derfor, især i vintertiden, fare for at jernene rives ud.



FIGUR 5, 1:5

"Kraveknap" i den lodrette vægfuge til gensidig fastholdelse af to vægelementer langs den lodrette fuge vist i vandret snit og lodret snit/opstalt i fugen (uden fugebetonsignatur).

Kraveknappen består af tre dele: En plade der ligger op mod de to elementers (højre) overflade, med påsvejst fladjern, der stikkes gennem vægfugen. En plade med udsparring for fladjernet, der ligger mod elementernes (venstre) overflade. En kile, der låser forbindelsen.



## MONTAGEPROCEDUREN

Møtrikker på løftebolte indnivelleres

Vægelementer monteres

Løftebolte er også montagebolte

Vægoverside = dækunderside

ingen "fejlophobning"

Forestiller vi os, at vi står på det færdige dæk over etage n i et fleretagers tværvægsbyggeri, er montageproceduren for råhusets elementer m.v. til etage n + 1 i reglen følgende, der belyses ved studium af dette afsnits figurer samt af en række figurer i Bygge-System-Nøgle afsnittet, herunder afsnittets første side, der viser en bygning under opførelse (pag. 21 ff.).

### TRIN 1

Langs alle etagekryds (dæk-væg-fuger) stikker der løftebolte op fra etage n's vægelementer, op over den (relativt) plane flade, der dannes af dækelementernes overside og den i etagekrydsene udstøbte beton (jfr. figur 6 og 8). Boltene møtrikker indnivelleres til samme, korrekte højde, således at vægelementernes underside vil kunne placeres korrekt langs nederste kant, se trin 2.

### TRIN 2

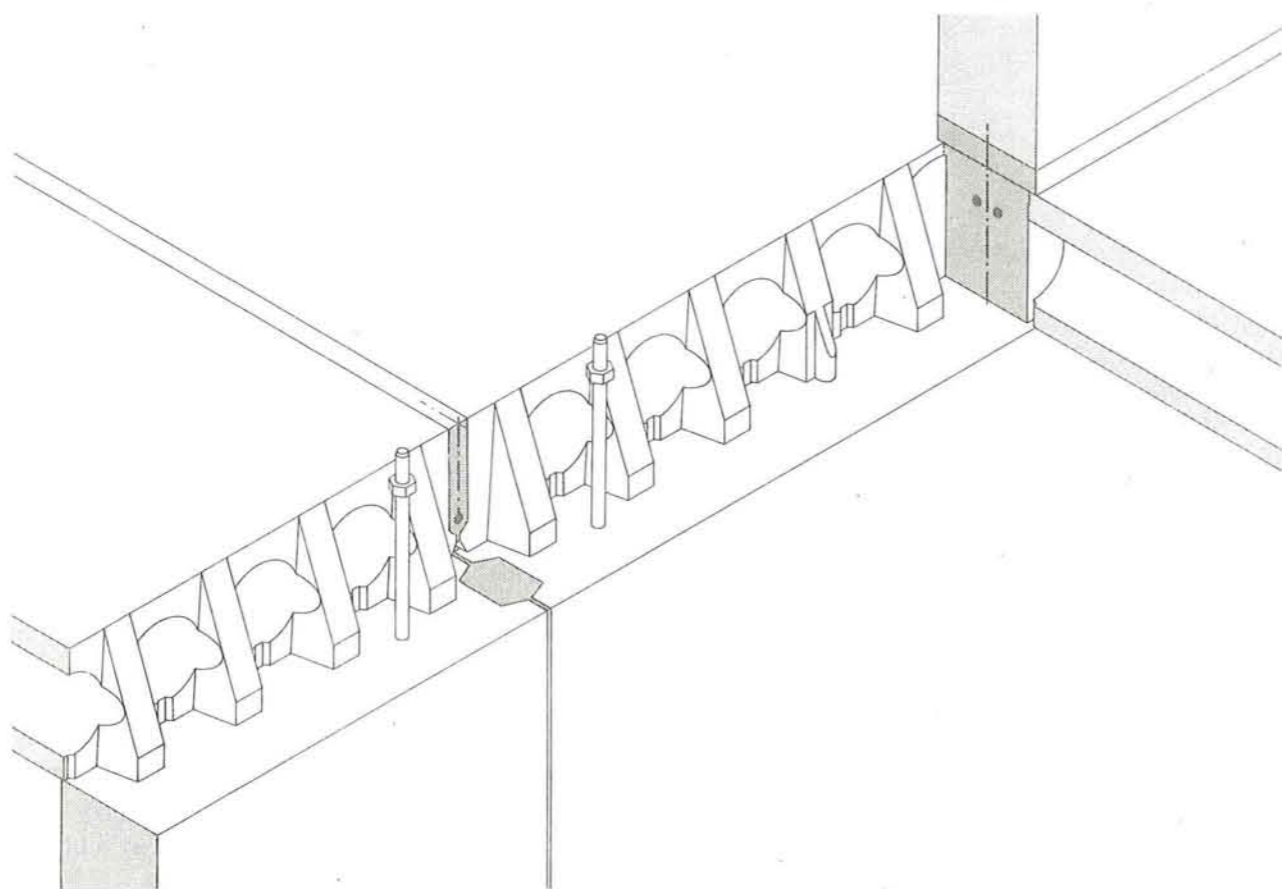
Vægelementerne til etage n + 1 løftes af kranen i deres løftebolte. Hertil hører en del kranegrej med sikkerhedsforanstaltninger, der ikke skal omtales her.

Vægelementet sænkes ned, så dets to udsparringer i undersiden passerer ned over løfteboltene fra etage n, der nu fungerer som montagebolte for etage (n+1)'s vægge. Vægelementets indstøbte plader hviler på boltene møtrikker, jfr. figur 3, figur 8 og pag. 23.

Vægelementets underside er nu placeret korrekt i lodret såvel som i vandrette retninger (forudsat at boltene sidder korrekt, og at møtrikkerne er korrekt indnivellerede).

Vægelementernes overside varierer i højderetningen kun som funktion af unøjagtigheder i produktion og nivellering og danner derved et acceptabelt grundlag for montering af dækelementerne, jfr. nedenfor.

Møtrikkerne indnivelleres i hver etage til korrekt højde i forhold til et fixpunkt ved nederste dæk. Der er altså ikke tale om, at små fejl og unøjagtigheder summeres, efterhånden som flere etager monteres. Hvert dæk varierer i højderetningen kun med små unøjagtigheder ud fra det ideelle niveau (afsætningsplanen).



FIGUR 6

Isometri af fugerne mellem dæk- og vægelementer, 1:10.  
Vandrette fuger er armerede, lodrette fuger oftest uarmerede.

Figurens venstre del: Dækelementer med bæreknafter, der overfører dækkets last til vægelementet, og langsgående cirkulære udspæringer, der her er vist åbne. De afdækkes med (plastic-)skiver, før etagekrydset (dæk-væg-fuger) udstøbes. Den langsgående fuge mellem dækelementerne er vist armeret og udstøbt. Vægelementerne er vist med løftebolte og udstøbt, lodret væg-væg-fuge. De udstøbte fuger er selvforskallende (sådan da). Bemærk, at bæreknafter, langsgående dækarmring og cirkulære udspæringer i dæk såvel som løftebolte på vægge alle følger en 150 mm "modul" i målsætningen, således at alle dele og funktioner løses optimalt, jfr. figur 2 og 7.

Figurens højre del: Her er vist dels den armerede, udstøbte fuge mellem dækelementerne, over vægelementet, det såkaldte etagekryds. Overside udstøbning = overside dæk. Fugen mellem etagekryds og vægelementunderside understoppes senere. Sammenlign figur 8.

Armering: Se også pag. 23, 24 og 25.

Vægelementer  
justeres

Dækelementer  
monteres med  
knasfuge

Facader  
monteres

Lukket  
råhus

Fuger  
klargøres

Vintermontage  
kræver  
midlertidig  
opvarmning

Fugearmring  
anbringes

Man har samtidig opnået, at en acceptabel fugetykkelse opnås (understopningsfuge, se nedenfor).

Vægelementet fastholdes midlertidigt ved de i figur 4 og 5 viste "blå drenge" og kraveknapper.

### TRIN 3

De "blå drenge" drejes, til vægelementet står lodret, jfr. teksten til figur 4.

### TRIN 4

Dækelementerne anbringes nu på de monterede vægelementer, jfr. figur 6. I Danmark er fugen "tør" (knasfuge), d.v.s. at der ikke er mørtel mellem dæk- og vægelementet. Dette kræver en høj, ensartet kvalitet af beton og stor nøjagtighed i elementproduktionen. I østeuropæiske lande benyttes i reglen mørtelfuger - og generelt større fuger i montagebyggeriet - på grund af de mere unøjagtige produktionsmetoder.

### TRIN 5

Bærende facadeelementer, d.v.s. gavle i et tværvægshus, monteres som vægge under trin 2. De øvrige facader, lette eller tunge, monteres nu, jfr. beskrivelsen i notatet "Facadeelementer". Derved er "råhuset" lukket, bortset fra fugerne.

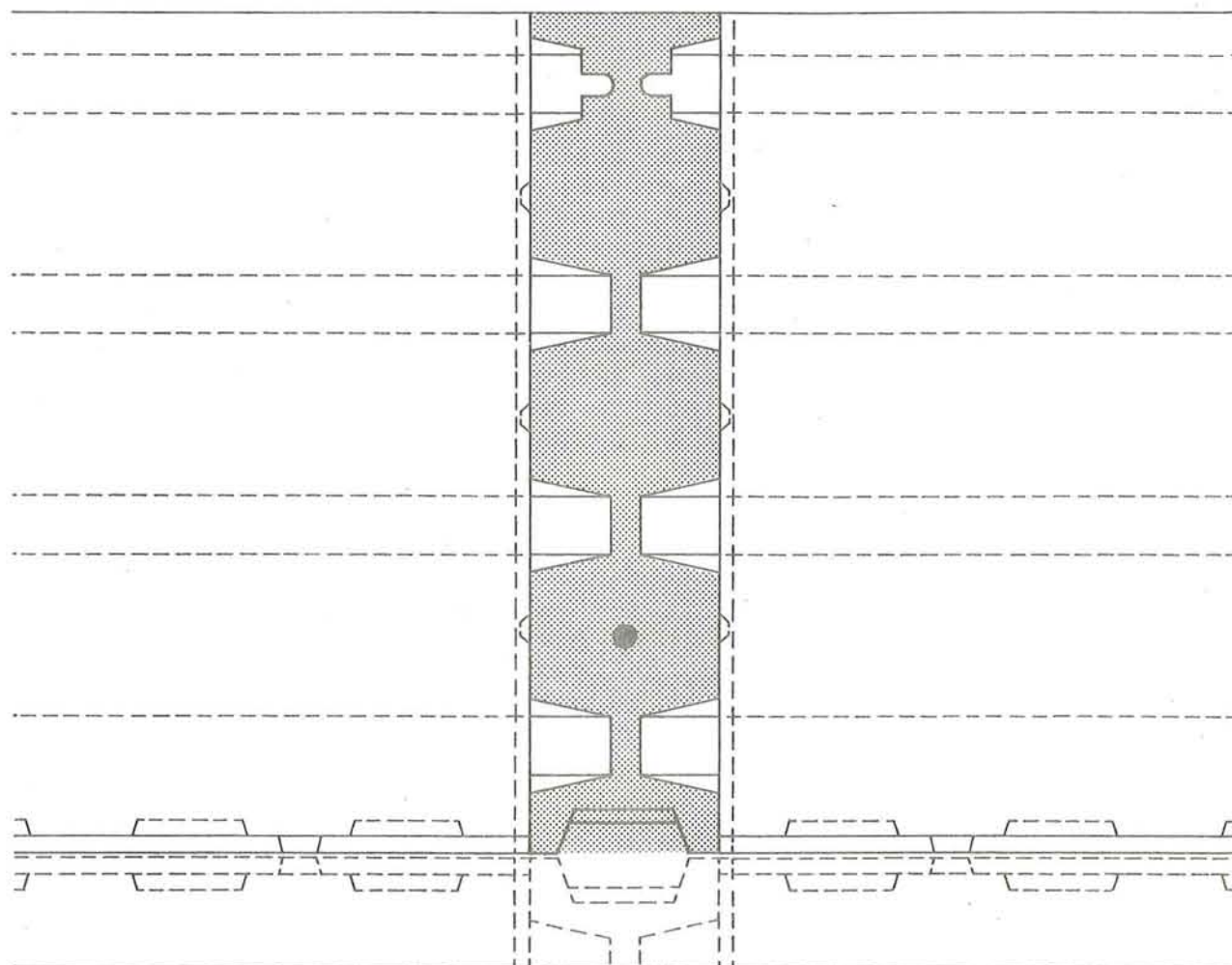
### TRIN 6

Etagekrydset (dæk-væg-fuger) forsynes med (plastic-)dækskiver over dækelementernes kanaler. De opragende løftebolte justeres i vandret regning.

Facadefugerne forsynes med isolering, tætningsstrimler, neoprenstrimler etc., afhængigt af fugens type.

I vintersæsonen afdækkes det monterede dæk med isoleringsmætter, hvorefter råhuset i mindst 1 døgn opvarmes, ofte ved midlertidige varmekilder, således at betonelementerne opnår en temperatur, der tillader udstøbning med beton i dæk- og vægfuger uden frostfare, førend udstøbningen er afbundet.

I øvrigt forsynes fugerne med armering, jfr. figur 6, og utætheder tættes, således at den udstøbte beton ikke tilsviner elementoverfladerne (der normalt er glatte nok til direkte maling eller tapetsering efter en lettere spartling af ele-



FIGUR 7

Etagekrydset set ovenfra, 1:5.

Bemærk, hvor stort et udstøbt areal, der overfører de ovenoverliggende etagers last, set i forhold til det beskedne areal, der optages af dækkenes bæreknafter, der kun overfører den pågældende etages last til vægelementet nedenunder.

En af knasterne har ikke fuld bredde på det yderste stykke. Dette sikrer armeringsnettets korrekte placering i tværretningen.

I figurens højre del ses de langsgående, fortandede fuger mellem dækelementerne i plan, samt væg-væg-fugen ovenfor. 150 mm-delingerne sikrer den rigtige gensidige placering af dæknaster, hulrum i dæk, udstøbning, løftebolt i væg og væg-væg-fuge.

Vægge  
understoppes

- dog ikke ved  
løftebolte ?

Lodrette vægfuger  
udstøbes

Langs- og  
tværgående  
dækfuger  
udstøbes

Midlertidig  
opvarmning i  
endnu et døgn

Montagebolte  
løsnes, i hvert  
fald i højhuse

menterne). Bemærk, at dæk-dæk- og væg-væg-fugerne er teoretisk "selvforskallende" ligesom etagekrydset.

TRIN 7

Der er nominelt en 28-33 mm høj fuge mellem vægelementernes underside og den (relativt) plane flade, der dannes af forrige etages dækelementers overside og udstøbningen i etagekrydset mellem dækelementerne. Denne fuge udføres nu ved "understopning" med en relativt tør mørtel, jfr. figur 8. Understopningen bør udelades omkring montageboltene, især i høje huse, jfr. trin 10.

TRIN 8

De lodrette vægfuger udstøbes fra oven, idet det monterede dæk kan benyttes som "arbejdsplatform". Den på figur 5 viste lodrette vægfuge er som følge af elementers kantgeometri både åben nok til at sikre en god fyldning af fugen ovenfra og samtidig "selvforskallende" (selv om man i praksis må tætnede nogle fuger for at hindre betonen i at tilsvine overfladerne).

TRIN 9

Dækfugerne udstøbes nu, såvel de langsgående dæk-dæk-fuger som de tværgående etagekryds, jfr. figur 6, 7 og 8. I hvert fald etagekrydset må vibreres for at sikre en god fyldning, uanset at vibrering af fuger vækker arbejdernes modstand, da risikoen forøges for, at udsivende beton skal afrensnes på dæk- og vægoverflader. Vibreringen sikrer fugernes tæthed overfor lyd og fugernes kraftoverførende egenskaber, herunder armeringens omstøbning.

I vintersæsonen afdækkes huset på ny med isoleringsmætter, og den midlertidige opvarmning fortsætter i mindst et døgn, førend trin 10 iværksættes.

TRIN 10

I høje huse - og i huse med spinkle elementdimensioner, f.eks. i søjler - bør det ikke tillades, at den under trin 7 omtalte understopning udføres i hele den vandrette vægfuges længde, da der derved er risiko for, at vægelementets last koncentrerer sig stærkt omkring løfteboltene. Dersom understopningen (under trin 7) er udeladt omkring løfteboltene, kan møtrik-

kerne nu løsnes, så væggen med sikkerhed hviler på den understoppede mørtel. Herefter lukkes hullet med mørtel, jfr. figur 8.

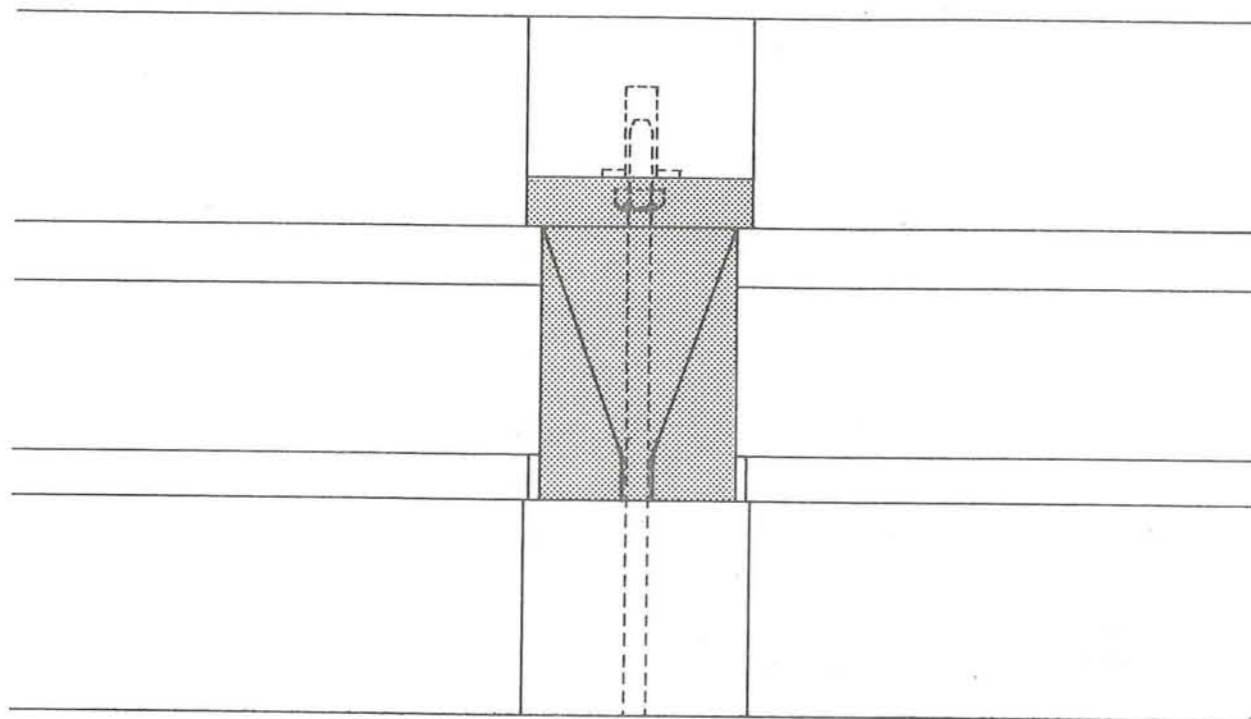
Hermed er vi klar til trin 1 i næste etage.

Montagen kan nu fortsættes med lette vægge, døre, inventar, installationer o.s.v.

En del af disse arbejder må forberedes under ovennævnte trin, f.eks. må større (og tungere) genstande løftes op på dækket, førend næste dæk monteres. Lette vægelementer og kasser med rørinstallationerne hejses ofte op - i "bundter" - i tiden omkring trin 1-3.

Facadernes montageproblemer er omtalt i notatet "Facadeelementer".

Specielle kranløft for efterfølgende arbejder



FIGUR 8

Lodret snit i etagekryds, 1:5.

Dækelementernes bæreknasters underside har "tør" fuger mod vægelementernes overside.

Mellem dækelementerne udstøbes fugen op til dækelementernes overside, efter at dækelementernes kanaler er lukket med pap- eller plastskiver. Bemærk drænrillerne, der bortleder eventuelt indespærret vand i dækelementernes udspæringer, jfr. figur 2.

Fugen mellem udstøbning og vægelementernes underside understoppes senere fra siden. Løfteboltens møtrik er vist i sin endelige position, skruet ned fra montagepositionen, se teksten, montageproceduren, trin 10, pag. 12.

Figuren viser dækelementer på en 150 mm tyk væg, hvor den nominelle afstand mellem knasternes endeflader er 20 mm. Knasterne rager 55 mm ud over elementets lodrette endeflader, der (nominelt) har 10 mm vederlag.

KOMMENTARER TIL BYGGE-SYSTEM-NØGLE

Systematisk  
præsentation  
af et  
byggesystem

Bygge-System-Nøglen er udarbejdet som et eksempel på en systematisk præsentation af bygningsdetaller for et byggesystem, således som forfatterne også redegør for nøglens formål i den indledende tekst.

Gyldigheds-  
område

Når nøglen er medtaget i dette notat, er der to grunde hertil:

Forfatterens forord siger noget væsentligt om omfanget af det arbejde, der skal gøres, de beslutninger der skal tages, fra idé til brugbart byggesystem. Forordet såvel som side 7-34 i "Kompendium i Husbygning" bør læses, før nøglens illustrationer studeres. Det viste system er i øvrigt siden videreudviklet, så også vinkelformede bygninger, bygninger med spring i etageplanerne, forskydninger vandret o.s.v. kan gennemføres. Mange flere detaljer er kommet til, så gyldighedsområdet og dermed markedsmulighederne er forøget.

Stort gyldigheds-  
område giver  
(lidt) højere pris

Jo mere et system "kan", des flere detaljer skal der normalt være løst. Til gengæld vil prisen på det færdige produkt stige (lidt), jo mere komplekse bygningstyper, der udføres.

I det valgte eksempel, Hedegaarden i Ballerup, benyttedes byggesystemet til opførelse af etageboliger i 4 etager (max. uden elevator), og bloklængderne var typiske 4-opgange eller mere.

På principfigurerne (venstresiderne) er i øverste, højre hjørne vist et udsnit af en etage, en såkaldt "opgangsetage", omfattende de (i reglen to) lejligheder, der har adgang til samme trappe. På planen er med pile angivet, hvor de illustrerede detaljer er placeret.

Højresiderne viser varianter af den principielle fuge: Tag/normaletage/kælder, normalsituationen/specialsituationer (f.eks. tværvæg/trappevæg).

Alle mål er udeladt. Der henvises til H & S brochurerne.

Enkelte bemærkninger skal knyttes til figurerne udover de oplysninger, der allerede er givet på de foregående sider, hvis figurer også blev udarbejdet af arkitekterne Klaus Blach og Filip Wanning i forbindelse med Bygge-System-Nøglen.



Væg-dæk  
princip  
(pag. 23)

Der kan endvidere henvises til tekst og figurer i Højgaard & Schultz brochurerne.

Etagekrydset er her vist med 180 mm tykke dæk på 150 mm tykke vægge. Andre elementtykkelser og de tilhørende fugemål m.v. fremgår af H & S tegninger m.v..

De to viste jern, parallelt med væggen, vil i praksis nok synke længere ned i etagekrydsets beton.

Placeringen af møtrikken på løftebolten kommenteres i teksten til figur 8 og under montageproceduren, trin 10.

Væg-dæk  
varianter  
Kælderdæk

Kælderdækket oplægges ofte uden knasfuge, da de i reglen pladsstøbte kældervægges oversider ikke er nøjagtige nok. Der må afrettes (eventuelt understoppes eller lignende).

Kældervæggene er i øvrigt ofte ikke udstyret med indstøbte men løse montagebolte.

Trappevægge

Trappevæggens etagekryds er i normal-etagen vist med en ofte anvendt teknik til camouflagen af (små) spring mellem vægoverfladerne i to etager:

Udstøbningen + understopningen har to tilbageliggende, vandrette fuger. Derved lettes også udstøbningen (mod forskalling) og overfladespartlingen.

I stedet for forskalling kunne anvendes en præfabrikeret "betonflise" som synlig flade.

Dækvederlag

Etagekrydset er udviklet til 150 mm vægge, hvor knasterne nominelt går 65 mm ind. Dette medfører, at knasternes bæreflades dimension vinkelret på væggen i praksis varierer mellem 55 og 75 mm, hvilket giver den fornødne sikkerhed.

180 mm vægge

Den 180 mm tykke væg benyttes i høje huse med større belastninger. Dækkene optager kun den "normale" plads og efterlader derfor en 30 mm bredere udstøbningszone for overførsel af belastningen fra etagerne ovenfor. Målene på tværs af væggene ændres fra  $65 + 20 + 65 = 150$  mm til  $65 + 50 + 65 = 180$  mm.

## "Neutral zone"

Da dækelementerne imidlertid ikke leveres i en 30 mm kortere variant - dæklængderne er de samme i lave og høje huse af produktionstekniske årsager - bliver afstanden fra vægmidte til vægmidte ikke mere  $n \times 3M$ , men  $n \times 3M + 30$  mm. Modulordningens ånd (brug så mange standard-elementer som muligt) er opfyldt, men måske ikke ordningens formelle bogstav. Denne ekstra dimension langs alle vægge, tidligere kaldet "neutral zone", giver i praksis kun vanskeligheder, hvis antallet af bærende tværvægge i bygningens to sider ikke er den samme. Trappevæggene kan da eventuelt benyttes til udligning.

## Dæk-dæk princip (pag. 24)

Øverste figur viser snit i den normale, langsgående dækfuge, med armering.

## Eldre, snæver dækfuge

Fugen er "selvforskallende", d.v.s. at den kan udstøbes fra oven, uden at der skal foretages midlertidig lukning (forskalling) af fuger nedefra. Den viste fuge er en ældre udgave, med lodrette dæksidekanter, der ikke benyttes mere, da denne fuge var for smal (bredde ca. 30 mm) til at tillade ordentlige armerings- og udstøbningsforhold. Den moderne fuges dimensioner fremgår af H & S materialet, se også figur 10, pag. 32.

## Modullinier

De stiplede linier angiver modullinierne. Der er - naturligvis - symmetri om den lodrette modullinie.

De vandrette modullinier udelades på alle arbejdstegninger, men formelt ligger der en vandret modullinie 5 mm over dækoverside. Den nederste, vandrette modullinies placering i forhold til dækunderside afhænger af dæktykkelsen.

## Afsætningslinier/planer

På arbejdstegninger benyttes afsætningslinier, d.v.s. linier, der med stor nøjagtighed er afsat eller kan etableres ud fra fixpunkter på byggepladsen, og hvorudfra elementernes (og fugernes) placering (inkl. tilladte afvigelser) fastlægges. De lodrette afsætningsplaner er lig de lodrette modulplaner, d.v.s. midte vægelement på tværs af huset. De vandrette afsætningsplaner er lig dækunderside lig vægoverside.

## Længdevægge

Nederste figur på dæk-dæk principtegningen og figurerne yderst til højre viser, hvorledes det specielle, langsgående "etagekryds" ofte løses.

Lodret  
væglast

Udstøbningens formål er primært at overføre last fra en væg til væggen neden-  
under.

Skivekræfter  
fra dæk til  
længdevæg

En sådan længdevæg er ofte længdeafstivende, hvorfor skivekræfterne i dækkets plan skal kunne overføres til etagekrydsene og videre til længdevæggen. Udstøbningen skal i så fald også medvirke her-  
til.

Ingen  
lodret  
dæklast  
på længdevægge

Dækkene afleverer derimod ingen lodret last til udstøbningen, da dækkene jo spænder parallelt med etagekrydset.

Det fremgår, at dækkanterne rager lidt ind i etagekrydset for at lette udstøbningen, og at dækkene ikke ligger af på vægkanten: Der er en 10-20 mm bred fuge, der senere lukkes med mørtel, således at dækkene med sikkerhed hviler på bærekna-  
sterne over tværvæggen.

I det viste eksempel er længdevæggen placeret usymmetrisk i forhold til den afsætningslinie, der løber langs dækelementernes normale kant. Derved opnås, at et dækelement (til højre) er normalt, også langs kanten. Kun det venstre element må have en udsparring, der her er vist med en lodret kantbegrænsning.

Figuren øverst til højre pag. 25 viser, hvorledes denne usymmetriske længdevægs placering også bidrager til en naturlig tilslutning til en langsgående let væg.

En uheldig detalje ?  
(pag. 24, øverst  
til højre)

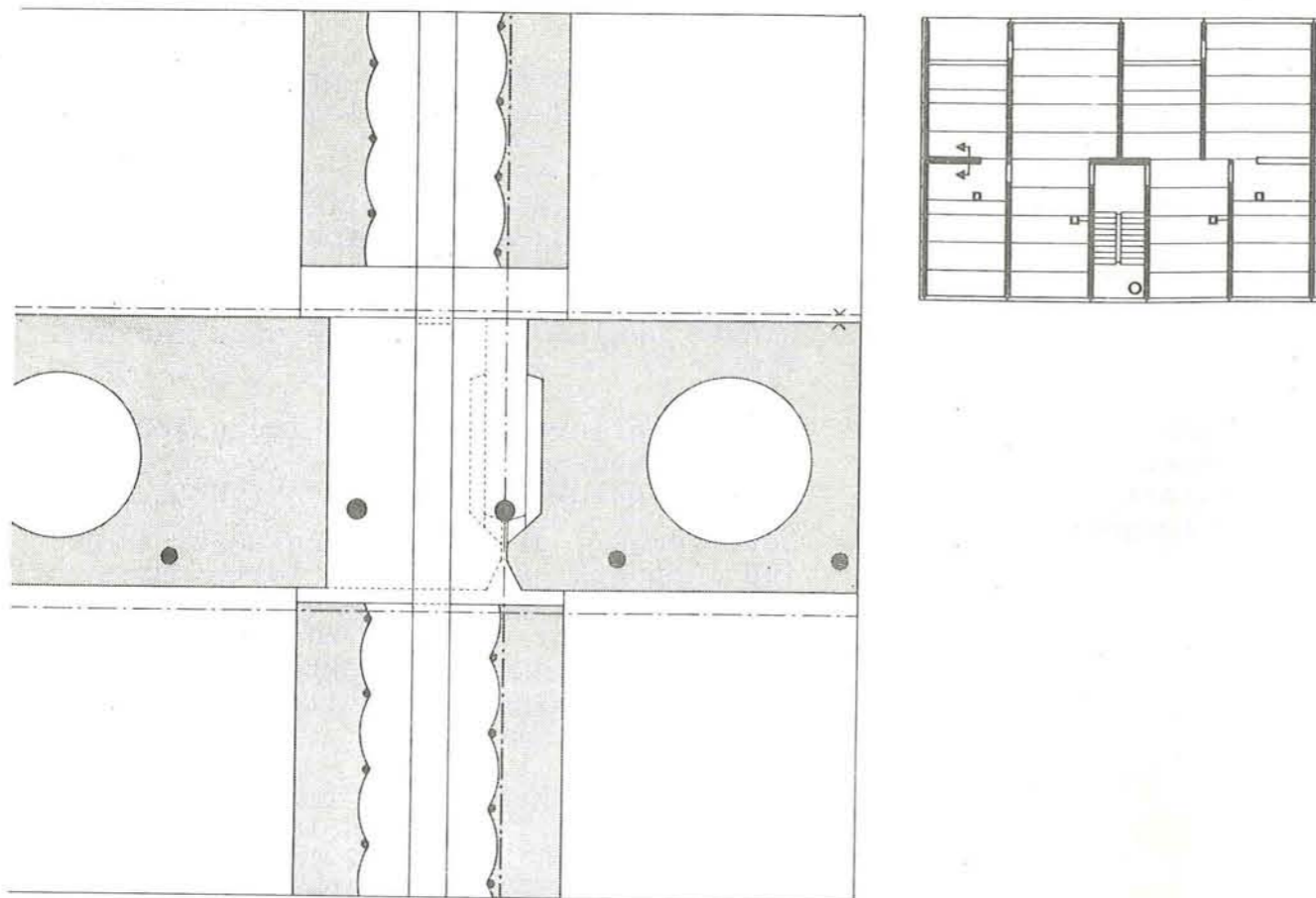
Dækfugen ved længdeafstivende væg, tagdæk, viser en antageligt sjælden anvendt løsning: Dækket til venstre kunne lige så godt have været identisk med dækkene i normal- og kælderetagen. Derved havde man opnået

- 1) (måske) at spare en variant
- 2) at løftebolten kunne være ført op (den bruges ofte til fastholdelse af spær)
- 3) at måtte udstøbe mere beton i fugen, hvorved fugen til gengæld dels kan bidrage til at overføre skivekræfter, dels giver en forbedret lydisolering (krav, hvis væggen er lejlig-  
hedsskel).

Løsningen anvendes også langs trappeendevæggen, i tagetagen.

Væg-væg  
(pag. 25)

Princip- og varianttegninger viser dels den tidligere (figur 5) omtalte lodrette væg-vægfuge, dels en række samlinger mellem tvær- og langsgående væg.



FIGUR 9. LODRET SNIT I LÆNGDEVÆG MED LODRET, KONTINUERT ARMERING, 1:5.

Sammenlign figurer pag. 24 og 25.

Den på planen viste længeafstivende væg har som lodret last kun sin egenlast, idet dækkenes last overføres på normal vis til de bærende tværvægge.

Væggen skal desuden optage dækskivens vandrette, langsgående last (vindlast etc.), og der opstår derfor lodrette træk- og trykkræfter i væggen.

Hvis dækskivens last påvirker længevæggen mod venstre, forøges trykkræfterne ved væggenes venstre kant (egenlast + kraft fra dækskivens belastning af væggen). Ved væggenes højre kant (snittet) er der tryk fra egenlasten, træk fra "skivelasten". Ved korte (normale) længevægge er trækraften størst, og det resulterende træk optages i lodret, kontinuert armering.

De svære, lodrette armeringsjern anbringes i væggenes lodrette, cirkulære udsparring. Jernenes længde er etagehøjden + overlappingslængden. Etage n's jern rager overlappingslængden op over etage n's dæk. Etage (n+1)'s længevægselement sænkes ned over det opragende jern, forsynes med endnu et jern (der rager op i næste etage).

Når jernene omstøbes kan kræfterne i jernene overføres via omstøbningsbetonen på det overlappende område. Kraftoverførslen mellem jern og væg sker også via omstøbningsbetonen. Udsparringens overflade er som vist ikke en glat cylinder for at øge den kraftoverførende evne.

Udsparringen udføres ved hjælp af en i vægformen indlagt oppustelig gummislange, omviklet med en spiralarmoring. Spiralarmoringen medvirker statisk. Gummislangen kan genanvendes.

U- og H-profil

Vægfuge-  
længeafstivende  
væg (og tværvæg-  
endevæg, trappe)

Kontinuert,  
lodret armering  
i vægelementerne

Sidevæg-endevæg,  
trappe

Sidevæg med dør

I fugen mellem tvær- og langsgående vægge skal der ofte overføres store, forskydende kræfter: De langsgående vægge er i reglen afstivende, og ved en kraftoverførende samling til tværvæggene dannes der et U- eller H-profil, der er velegnet til at optage kræfterne på langs ad huset.

Som det vises i beregningerne af sådanne vægge i kursus 6523, betyder en samvirken mellem tvær- og langsgående vægge, at forskydningskræfterne i fugen ofte overstiger, hvad den normale fortanding kan klare. Hvis en længeafstivende væg består af to dele, opstår der ligeledes ofte forskydningskræfter, der ikke kan optages af fortandingen.

I begge tilfælde kan fugens evne til at overføre forskydningskræfter forøges ved armering: Væggene forsynes da med U-bøjler, der sammenlås med et lodret låsejern og udstøbning.

Undlades armeringen, fordi den ikke er statisk nødvendig, opstår der ofte revner som følge af de to bygningsdeles bevægelser. En vis armering udføres derfor altid for at hindre (for) store revner.

Længeafstivende vægge uden vanger må forsynes med lodret armering, kontinuert op gennem bygningen. Den kan f.eks. etableres i lodrette, cirkulære udsparringer i vægelementet, hvor der anbringes svære armeringsjern, et eller flere i hver etage, med en længde lig etagehøjden + overlappingslængden. Udsparringerne udstøbes. Figur 9 viser et lodret snit gennem en (ikke udstøbt) udsparring.

Detaljen "Sidevæg-endevæg, trappe" kan illustrere flere forskellige situationer: Som vist er den en detalje fra den på væg-væg-princippet viste planløsning med et hjørne mellem en kort længeafstivende væg og en tværvæg, der er en trappevæg med dør umiddelbart op ad længevæggen. Længevæggen (endevæg) har da lodret, kontinuert armering indstøbt i lodrette udsparringer. (På samme måde som "Længeafstivende væg - let væg" har det.)

Hvad enten tværvæggen er let eller tung (sidevæg), men med en dør (og dermed en spinkel døroverligger), kan der normalt ikke regnes med et U- eller H-profil som længeafstivning: Længevæggen må alene

Sidevæg uden dør

optage bygningens langsgående kræfter og må derfor armeres med lodret, kontinuert armering.

Den på sidevægelement-trappe viste U-bøjlearmering med lodret låsejern tjener da dels til at sikre tæthed i fugerne i trapperummet, dels eventuelt det begrænsede statiske formål at overføre nogen lodret last fra døroverliggeren.

Hvis "sidevæg-endeveg, trappe" derimod opfattes som en samling mellem en længdeafstivende væg og en tung tværvæg (sidevæg) uden dør, kan væggene samvirke til et U-profil (L-profil, hvis der ikke er symmetri om trappens akse).

I så fald er den viste U-bøjle samling med lodret låsejern (eller en boltesamling) oftest nødvendig af hensyn til forskydningskræfterne mellem de to vægelementer. Til gengæld kan den i de lodrette udsparinger indstøbte, kontinuerte lodrette armering undværes.

Tværvæg-længdeafstivende væg

Den på "tværvæg-længdeafstivende væg" viste samling med et udragende jern, der føres ind i en (næsten) normal lodret vægfuge anvendes, hvor der ikke skal overføres kræfter, men blot foretages en sikring mod (for) store revner.

De tre isometrier

På væg-væg principtegningen er vist tre isometrier, der illustrerer:

- 1) "Sidevæg-endeveg, trappe" i situationen med dør i sidevæggen.
- 2) "Tværvæg-endeveg, trappe", hvor de to endevægge (længdeafstivende) er låst gennem U-bøjler med lodret låsejern (sidstnævnte ikke vist på isometrien undtagen i snitfladen), mens tværvæggen blot er "forsænket" ind i samlingen for at sikre lyd-, lys- og loppetæthed mellem lejlighederne.
- 3) en normal væg-væg-fuge.

Lette plus tunge vægge

På figurerne er endvidere vist eksempler på fuger og elementplaceringer i forhold til afsætningslinierne, hvor tunge og lette vægge mødes.

Trappevægge

Vægfugen i trappen viser, at vægkanterne er affasede mod trapperummet. Herved dannes en "tilbageliggende", lodret fuge, der camouflerer eventuelle unøjagtigheder i den relative position af de to vægges overfladeplan.

Maling plus tilbage-  
liggende fuger

Tapet plus  
spartling

Facade og gavl-  
detailler (pag.26-28)

Trapper og  
skakte

Trapper (pag.29)

Skakte (pag.30)

Trappevægge skal oftest males, og denne fuger er da den billigste.

Almindelige tværvægge skal i reglen tapetseres, og her kan unøjagtigheder udlignes ved spartling. Forskellen i overfladestruktur mellem vægoverflader og spartling dækkes af tapet, men ikke af maling.

De fine hårrevner, der opstår på grund af svind i vægelementerne, ses ikke gennem tapet, og på en malet overflade camoufleres den i bunden af den tilbageliggende fuger.

Princippet kendes også fra f.eks. snedkerarbejder i form af "skyggenoter".

De affasede dækkanter i dæk-dæk-fugen (se denne) tjener samme camouflagemål overfor hårrevner og spring i overfladeniveau.

I denne forbindelse kan det også nævnes, at samlingen "Sidevæg-endevæg, trappe" ofte udføres lidt afvigende i praksis: Hvis endevæggen udføres lidt for kort, kan man lettere udføre en spartling til plan overflade i plan med sidevæggen overflade, selv om produktions- og montage-målafvigelser resulterer i visse afvigelser fra det på tegningen viste.

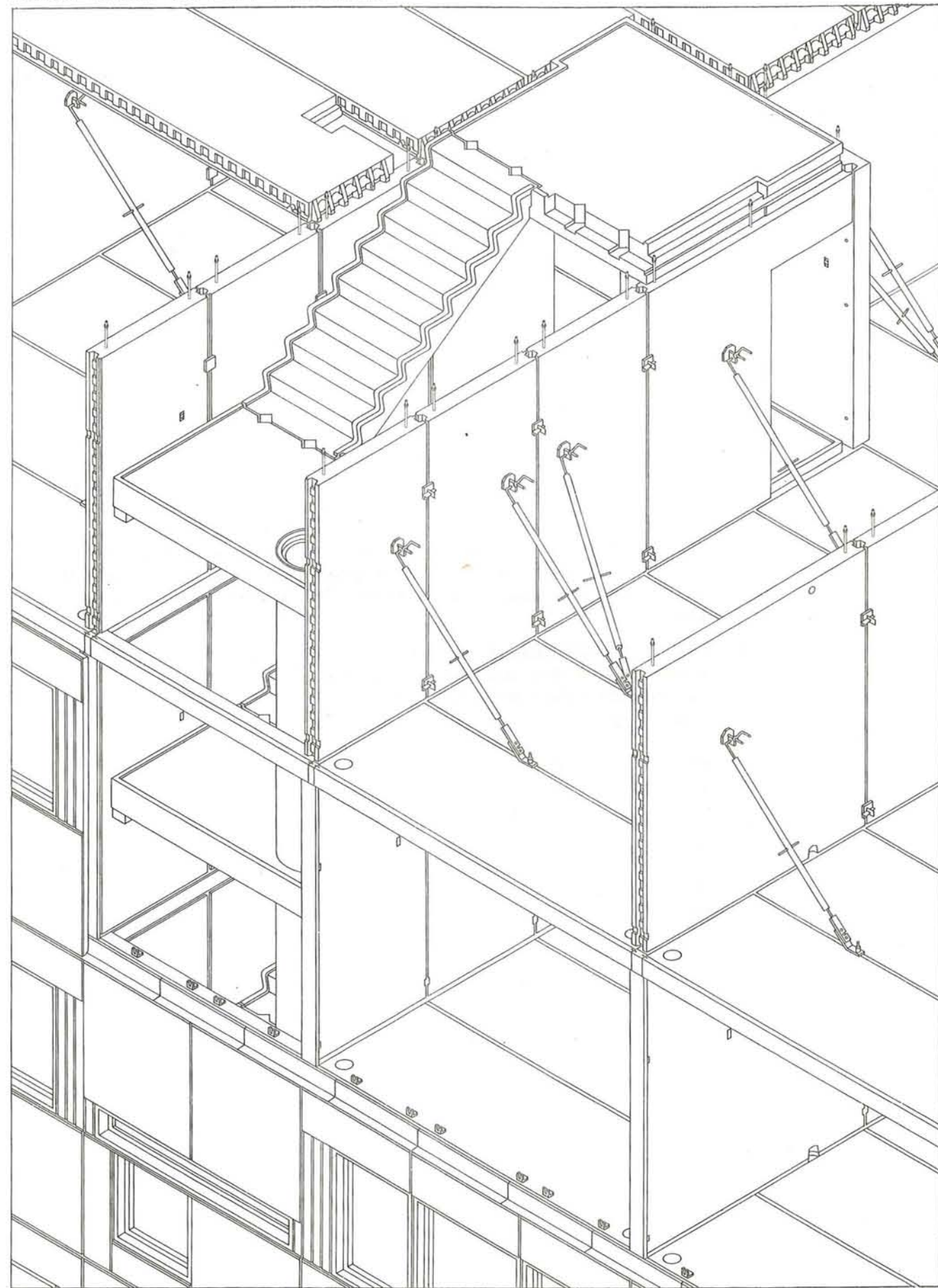
Disse detaljer bør studeres sammen med teksten i notatet "Facadeelementer".

Bygge-System-Nøglen afsluttes med en række detaljer af præfabrikerede trapper og skaktes tilslutninger til dæk og vægge.

Trappens statiske og montagemæssige forhold er belyst. Endvidere illustreres, hvorledes løb og mellemreposer er holdt fri af trappevæggene - bortset fra understøtningsknaster med neopreneplader til mellemreposer. Dette er gjort af hensyn til lyd-isolationen, jfr. de i pensum indgående SBI-anvisninger.

Ventilations- og affaldsskakte kan placeres og udføres på mange måder. Her er vist nogle eksempler. Bemærk, hvorledes ventilationsskaktens fuger er placeret "nede i" dækudsparringen for at sikre en god omstøbning og derved god lufttæthed. Ventilations-skakte arbejder normalt med lave tryk, hvor små utætheder betyder meget for indreguleringen af luftmængderne til de enkelte lejemål.

En sådan "indstøbt" fuger bliver antagelig tæt nok - men er der udførelsesfejl, er en skjult fuger vanskelig at reparere.



## BYGGE - SYSTEM - NØGLE

-EKSEMPEL PÅ SYSTEMATISK PRÆSENTATION AF BYGNINGSDETAILLER FOR ET BYGGESYSTEM.

## BYGGE - SYSTEM - NØGLE

- eksempel på systematisk præsentation af bygningsdetaller for et byggesystem.

Det foreliggende eksempel er en del af et illustrationsmateriale, udført til en registrering af et byggesystem med betonkomponenter for etageboligbyggeri med bærende tværvægge.

Byggesystemet - eller mere præcist det bærende delsystem - havde været anvendt ved flere store byggerier og var herunder blevet gennemarbejdet og afklaret i stadig højere grad.

Byggesystemet er siden registreringen blevet udviklet for et større gyldighedsområde, og en række detaljer er blevet ændret. Den foreliggende oversigt er derfor ikke et fuldgyldigt udtryk for byggesystemets aktuelle stade.

Bygge-system-nøglen tjener alene tre hovedformål:

- A. Ved udvikling af nye byggesystemer - eller ved udbygning af eksisterende - er en klar erkendelse af opgavens omfang nødvendig. Det rækker ikke - som det stundom har været praksis - at gennemarbejde enkelte principsnit og så postulere, at der dermed er skabt et byggesystem.
  - : Oversigten illustrerer, at selv et meget klart og enkelt konstruktivt princip anvendt på en ukompliceret bygningsform - en rektangulær etageblok - kræver gennemarbejdning af over et halvt hundrede samplingsdetaller for at gøre systemet anvendeligt.
- B. Det er en almindelig fejl ved udvikling af delsystemer og komponenter, at der udvises megen omhu for produktet, men betydelig mindre interesse for produktets sammenbyggelighed med andre produkter.
  - : Det illustreres i oversigten, hvorledes byggesystemets betonkomponenter kan sammenbygges med fx. ikke-bærende yder- og inderdækkede vægge.
- C. Ved præsentation af byggesystemer - i kataloger og informationsblade - er det nødvendigt at redegøre i tilstrækkeligt omfang for, hvilke sammenbygningstilfælde systemets komponenter er forberedt for. Et enkelt principsnit er igen ikke nok.
  - : Selv ved en ret simpel byggeopgave vil den projekterende møde de samplingsproblemer, der er illustreret i oversigten. Det vil derfor være væsentligt for den projekterendes valg af byggesystem, at han på et tidligt tidspunkt under projekteringen får oplysning om, at disse samplingsproblemer er løst i byggesystemet.

KB-FW

Bemærkninger:

### Tegneteknik

Hovedvægten er lagt på en visuelt klar og overskuelig fremstilling. Tegneteknikken er derfor ikke den samme, som bør anvendes til arbejdstegninger. Eksempelvis vises for overskuelighedens skyld modullinier, som ikke bør medtages på en arbejdstegning - men gerne på illustrationer i informative brochurer og datablade.

Alle tegninger er i sort/hvid streg og raster, så enkel reproduktion er mulig.

Principielt anvendes tynd streg. Dog er på alle detaljer i mål 1:10 anvendt tyk konturstreg til systemets komponenter. Til gengæld er disse vist med ringere detailleringsgrad end principdetallerne i mål 1:5.

### Mål og påskrifter

Da det systematiske i fremstillingsmåden her er det væsentligste, er alle mål på tegninger samt tegningspåskrifter udeladt. Tegninger bringes i rækkefølge i henhold til et kodesystem, i hvilket enhver komponent og samplingsdetalle har en éntydig betegnelse. Disse kodebetegnelser er imidlertid her for "læselighedens" skyld erstattet af beskrivende betegnelser.

### Målestoksforhold

Alle tegninger er i gængse målestoksforhold. For hver samlingstype er principdetallen vist i mål 1:5. Moderne komponenter har som regel så fint detaillerede samlinger, at de kun kan vises - fuldt oplysende - i mål 1:5, 1:2,5 og 1:1.

Isometrier og øvrige samplingsdetaller, hvor detailleringsgraden kan være mindre, er vist i mål 1:10.

### Isometrier

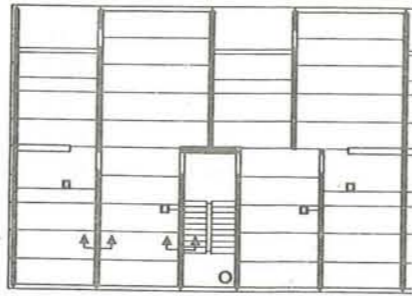
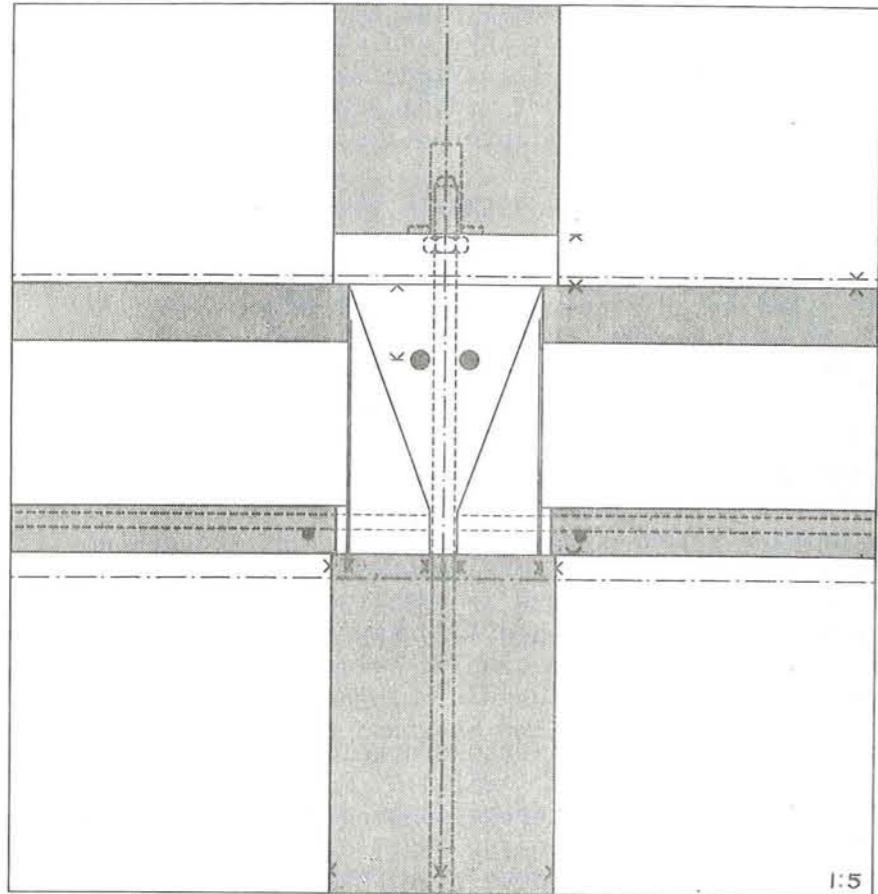
Mange samplingsdetaller kan lettere forstås, hvis de også illustreres i isometrisk afbildning. Isometriske afbildninger vil også i mange tilfælde indirekte klarlægge gangen i montagen. Sammenhørende isometrier vender alle ens. Dvs. at de kan "sammenstykes" til en helhed som antydnet på forsiden. Herved kan en forståelse og fastholdelse af systemets rumlige opbygning lettes.

### Snit fra top til bund

Principdetallerne i byggesystemet er vist for normaltagen. Herudover vises også systemets detaljer for tilslutning til tag, kælder og facader. Især detallerne ved tilslutning til tag og kælder "glemmes" ofte selv ved gode præsentationer i kataloger og informationsblade!

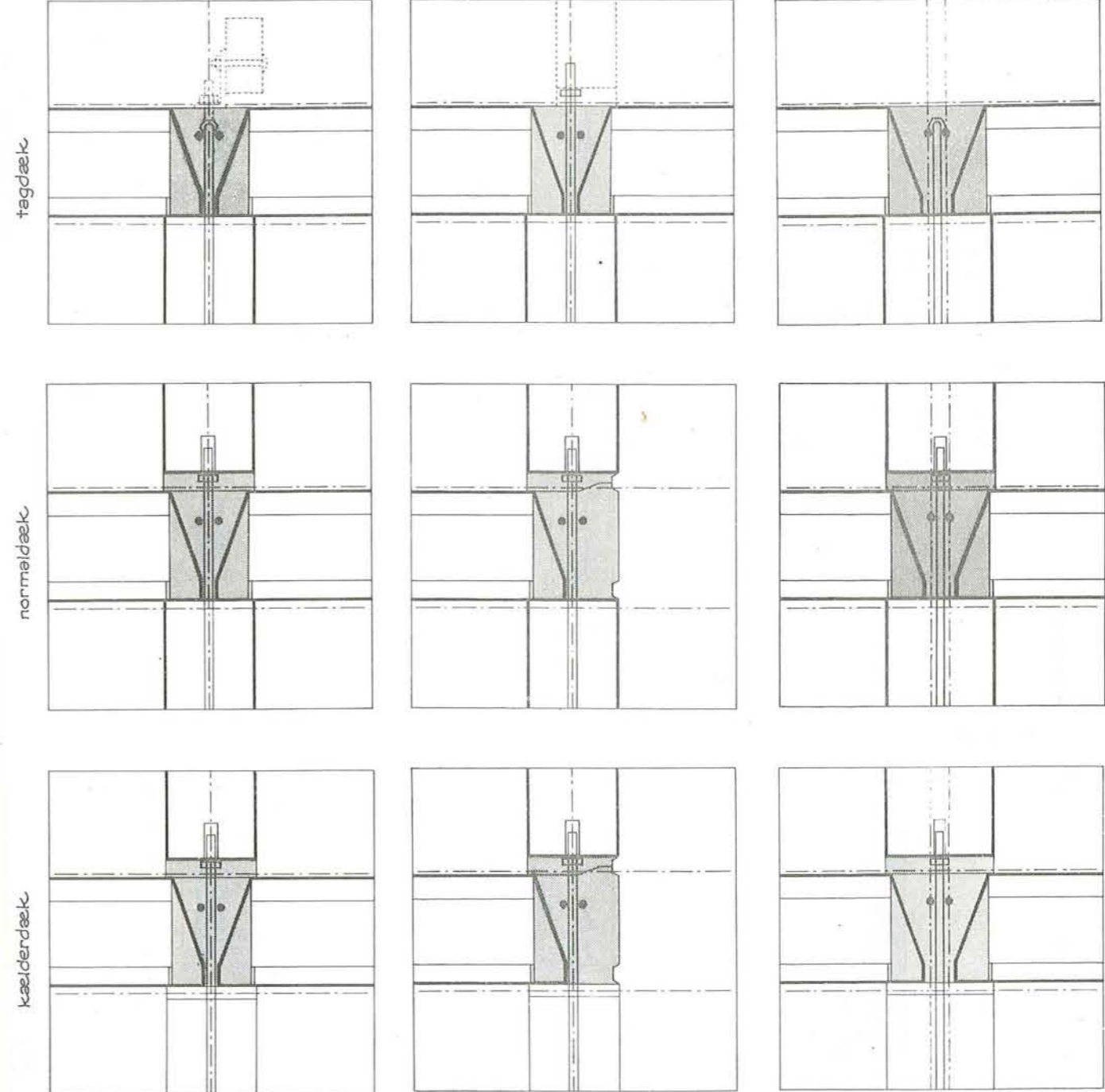
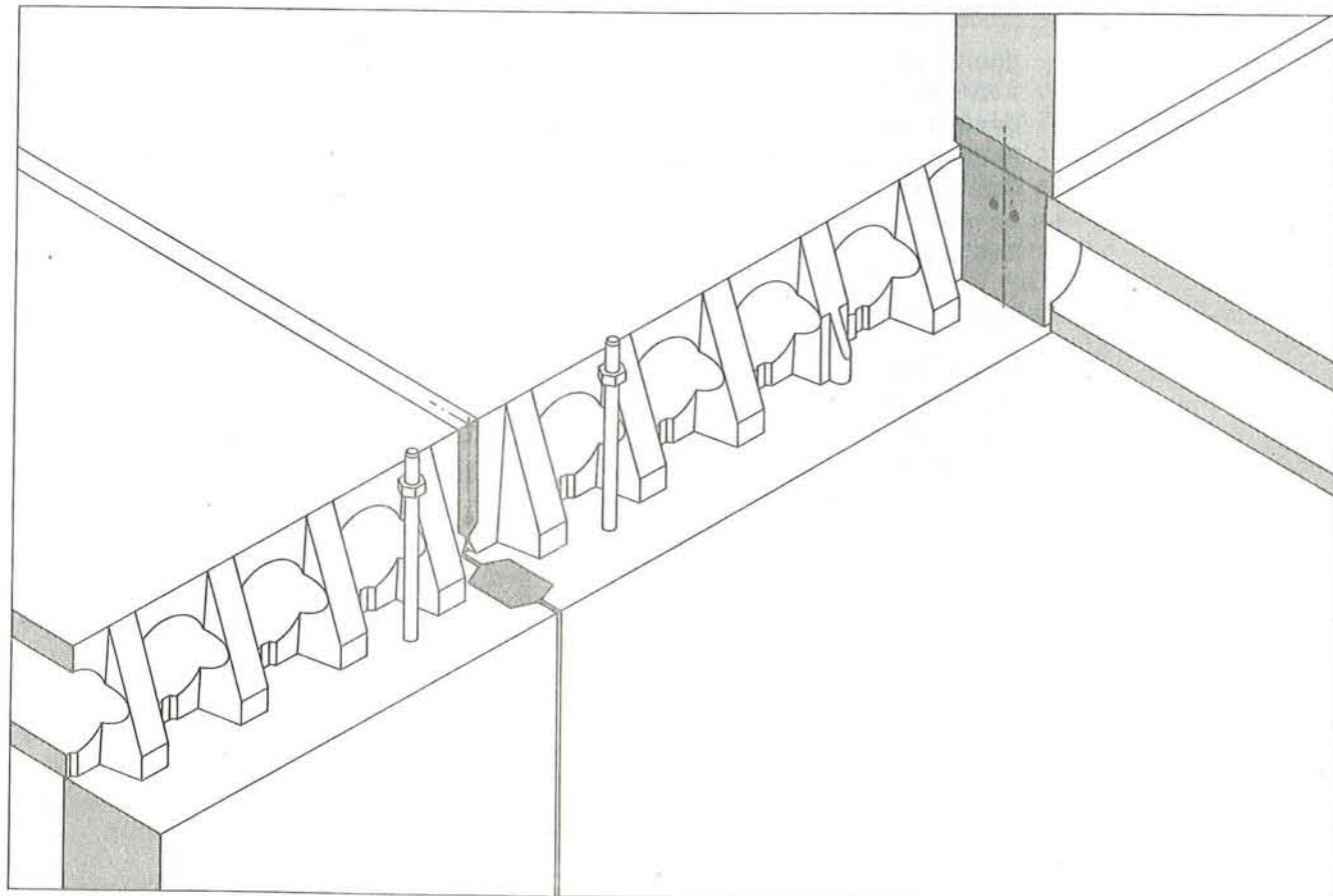
Lodrette snit i samlinger ved tagdæk, normaldæk og kælderdæk er angivet ved pile på nøgleplaner. Vandrette snit er tilsvarende angivet ved cirkler.





1:5

Etagekryds



tagdæk

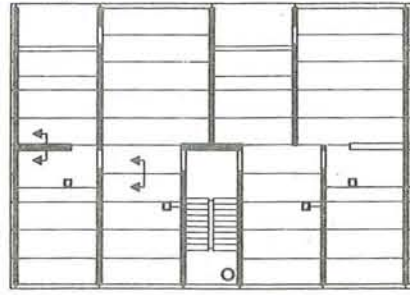
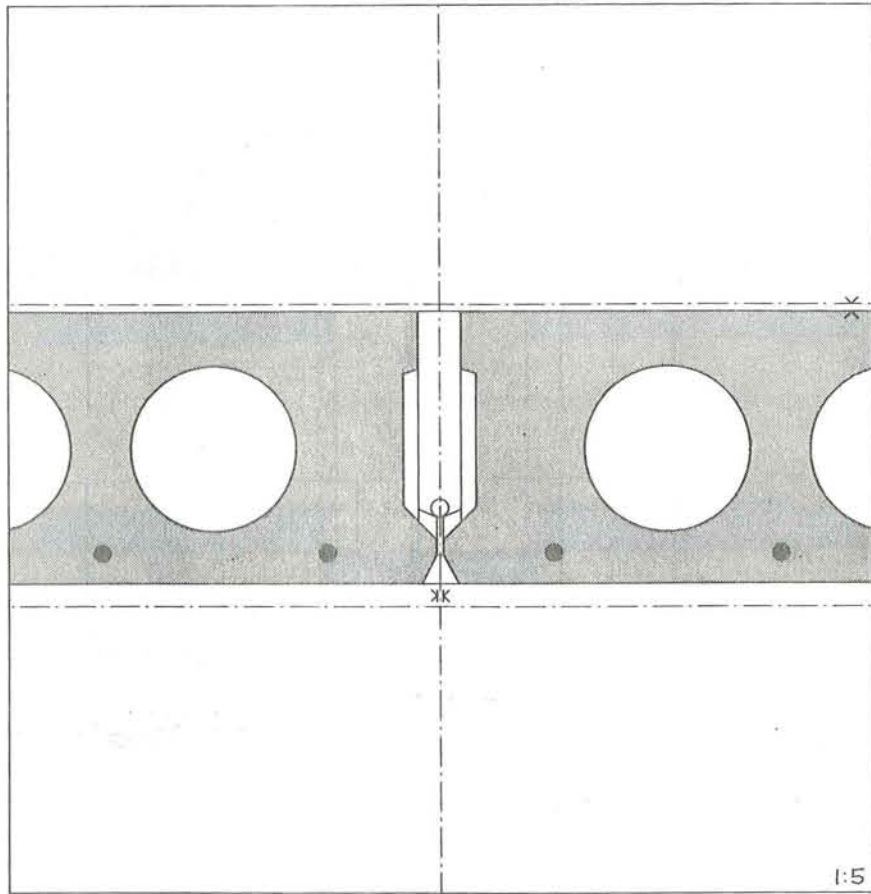
normaldæk

kælderdæk

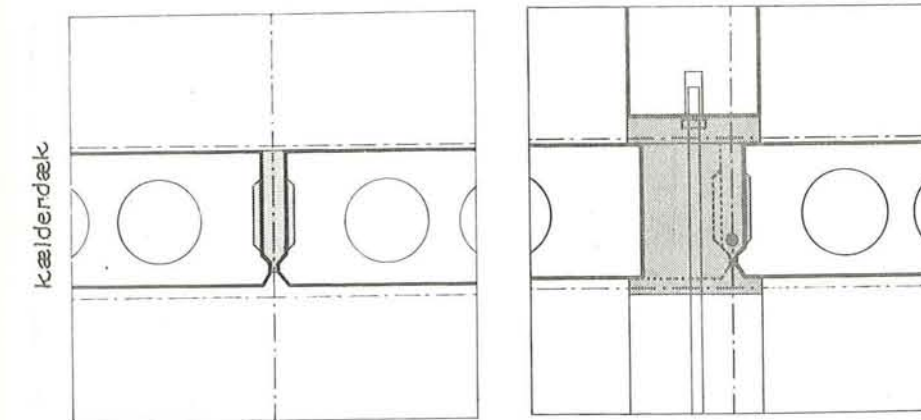
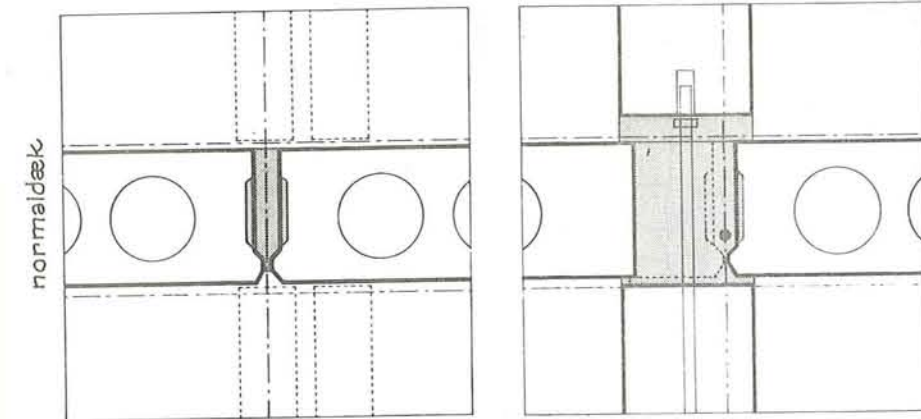
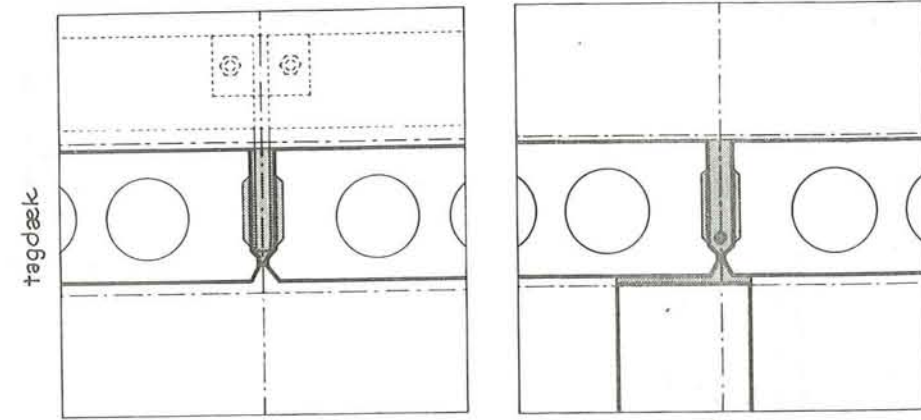
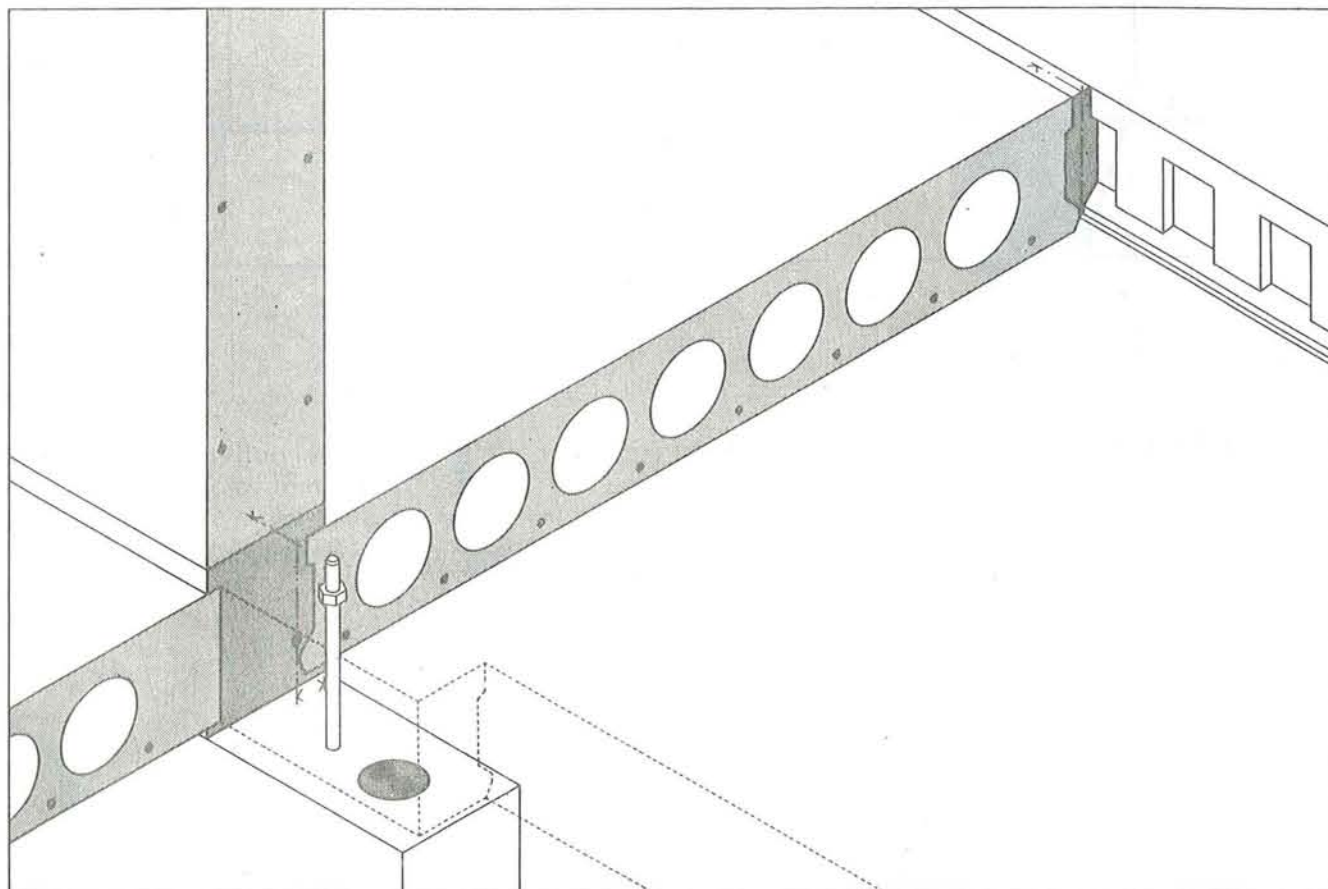
Etagekryds

Trappevæg

(Alternativt etagekryds, 180mm væg)

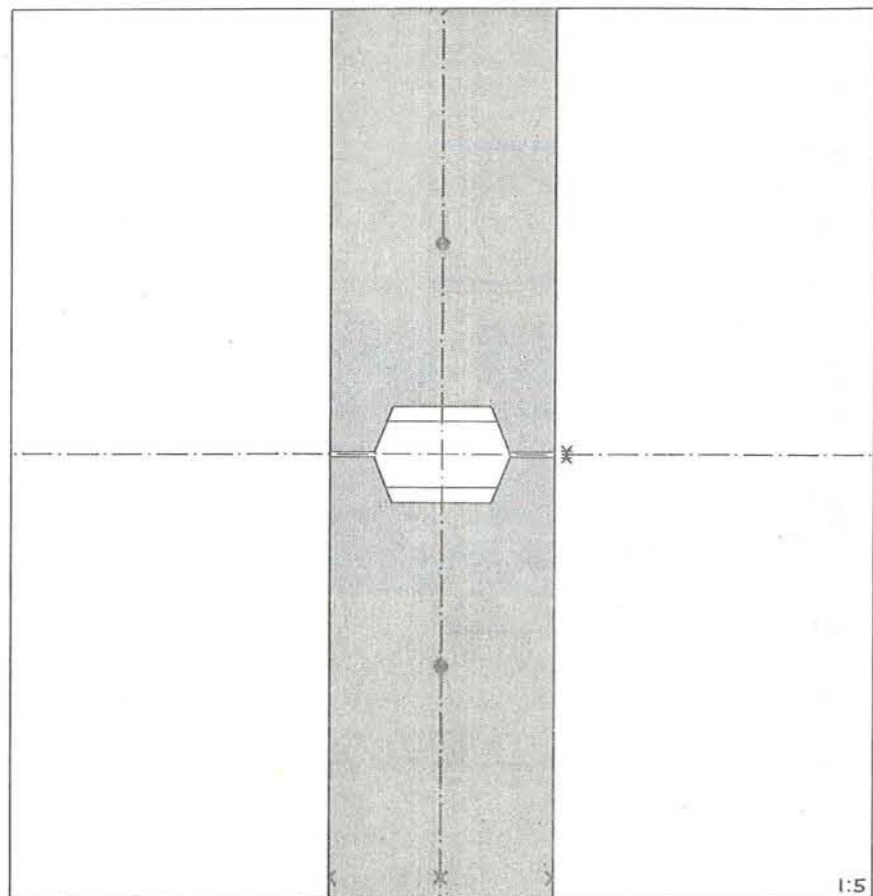


Dækfuge

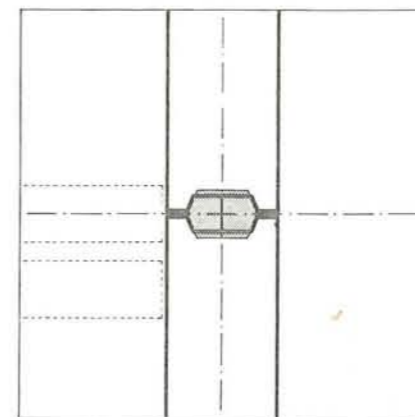
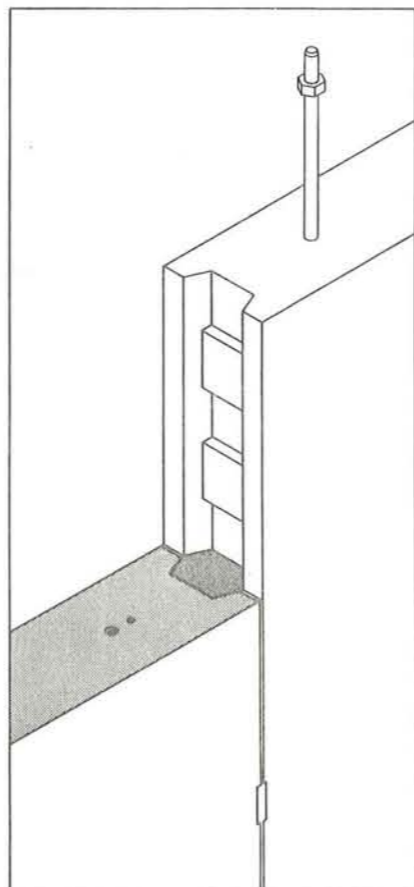
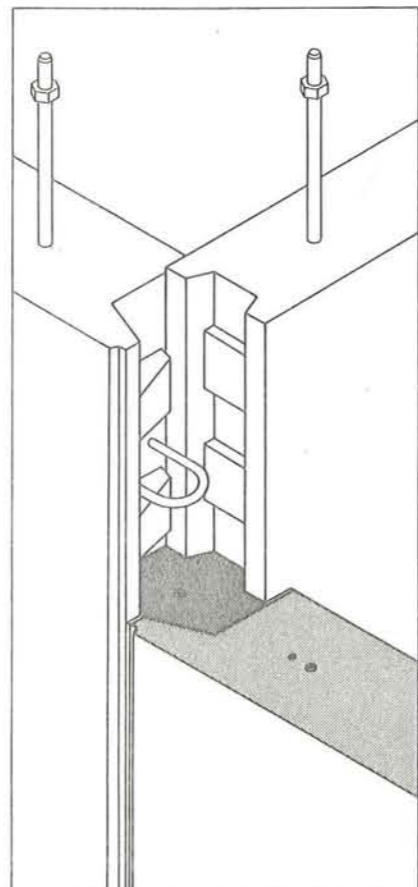
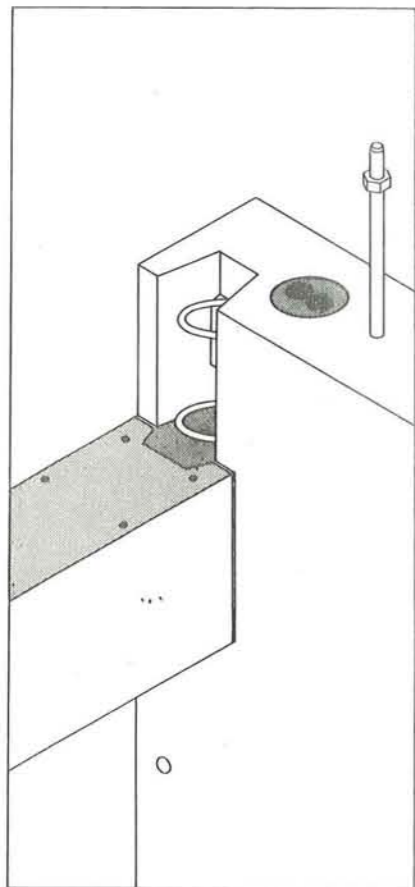
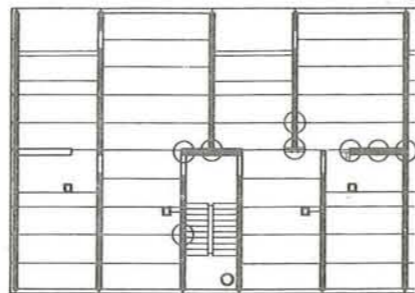


Dækfuge

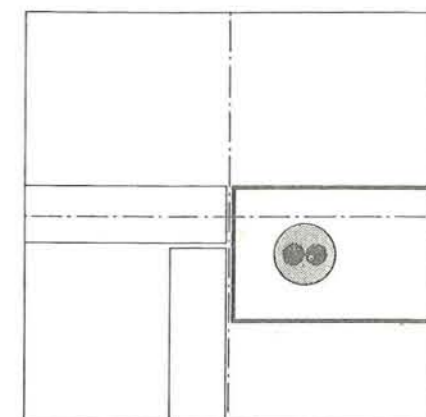
Dækfuge ved længeafstivende væg



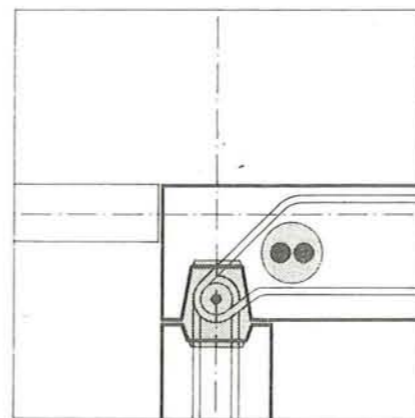
Væg-fuge



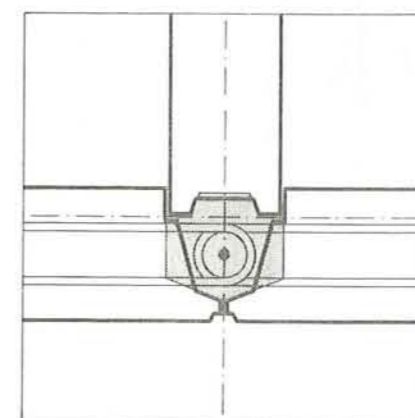
Væg-fuge



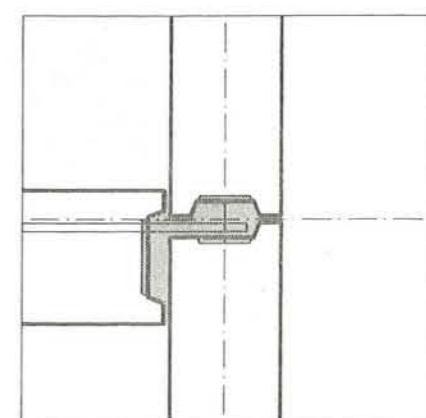
Længdeafstivende væg - let væg



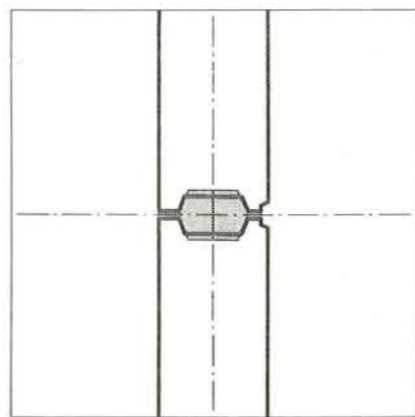
Sidevæg - endevæg, trappe



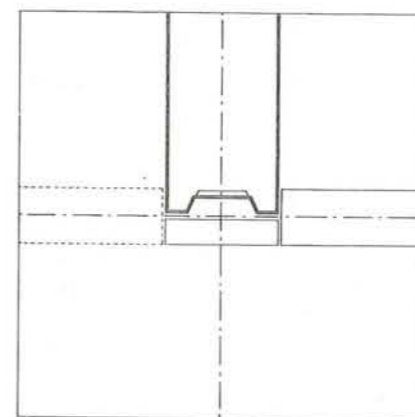
Tværvæg - endevæg trappe



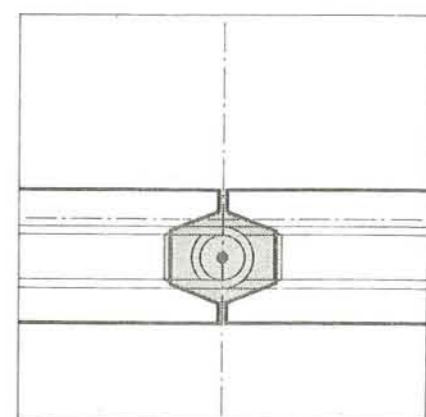
Tværvæg - længdeafstivende væg



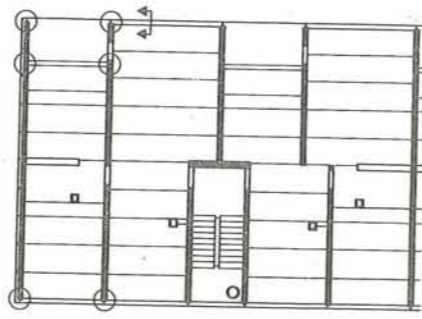
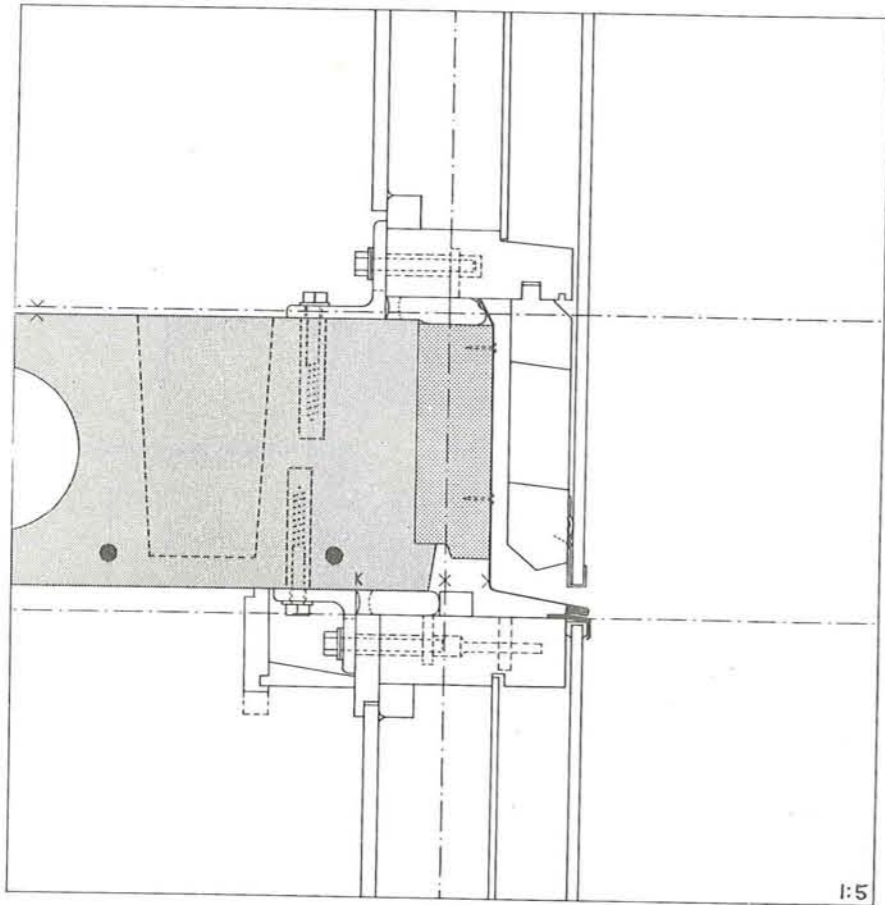
Væg-fuge, trappe



Tværvæg - let væg

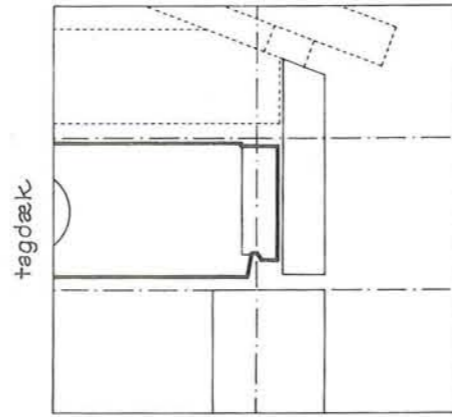
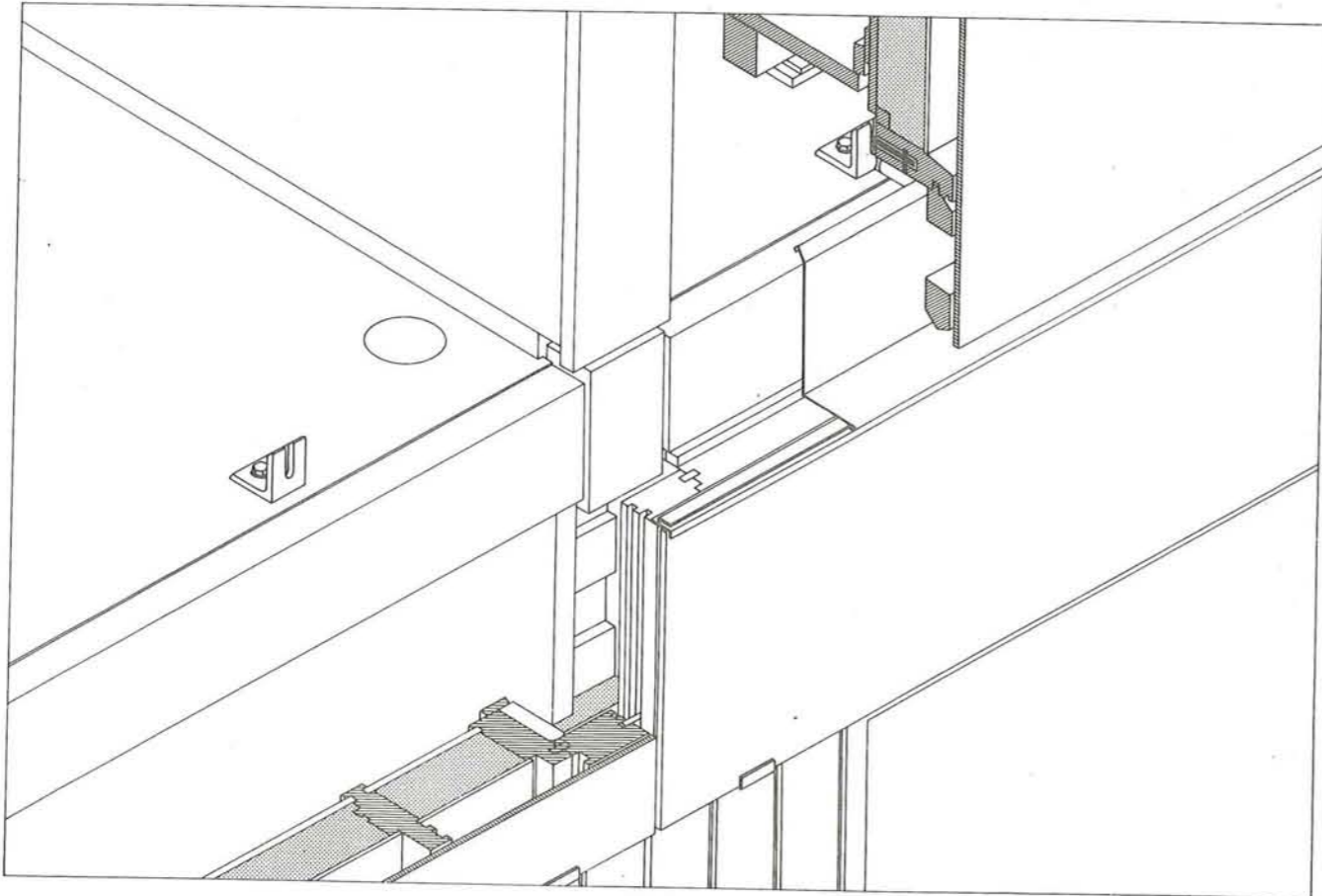


Væg-fuge - længdeafstivende væg

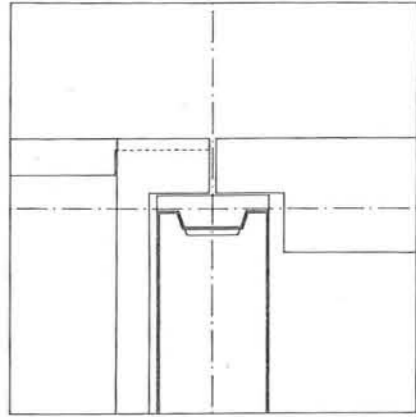
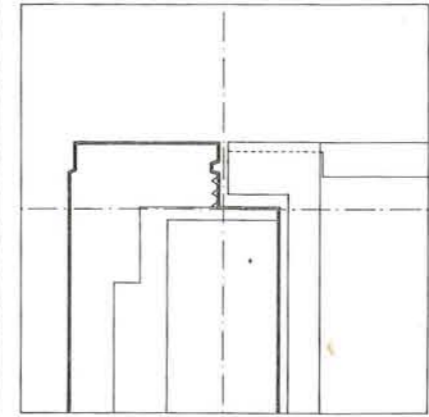


1:5

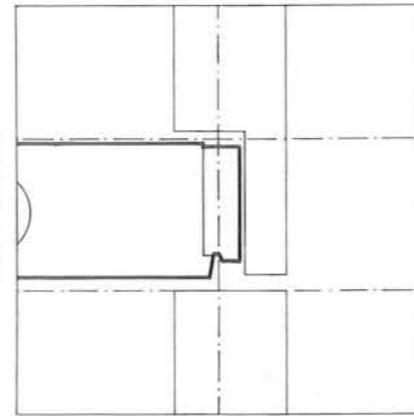
Samling let facade - dæk



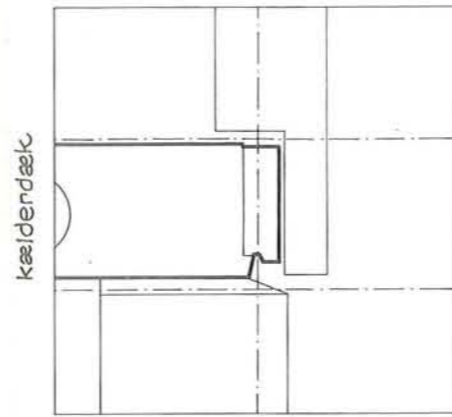
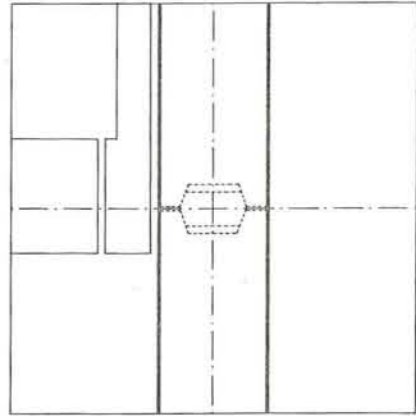
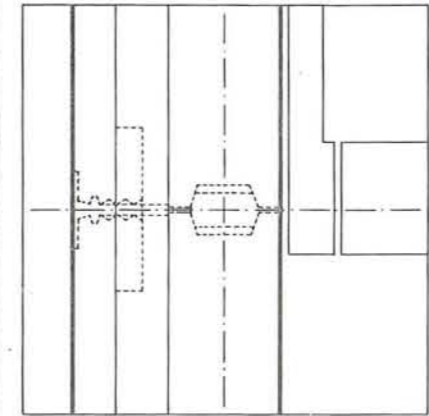
tagdæk



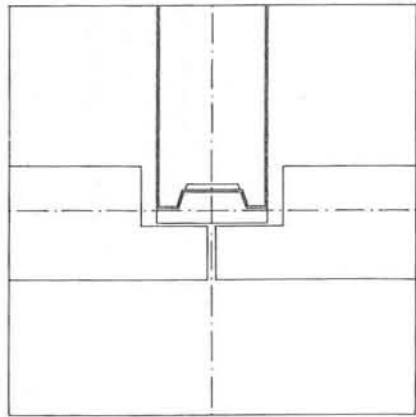
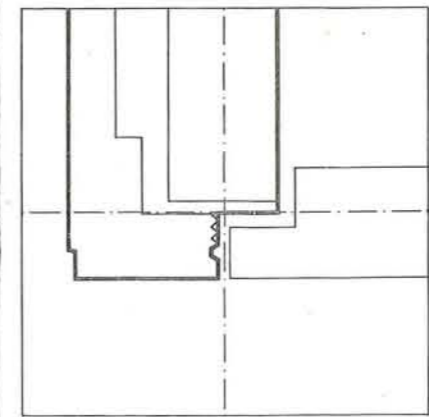
altan



normaldæk



kælderdæk



Let facade - dæk

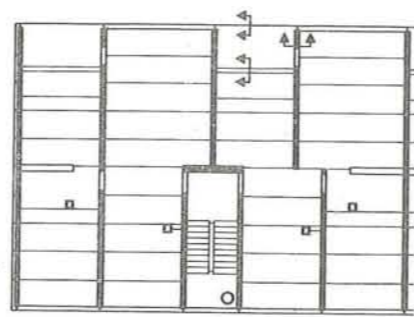
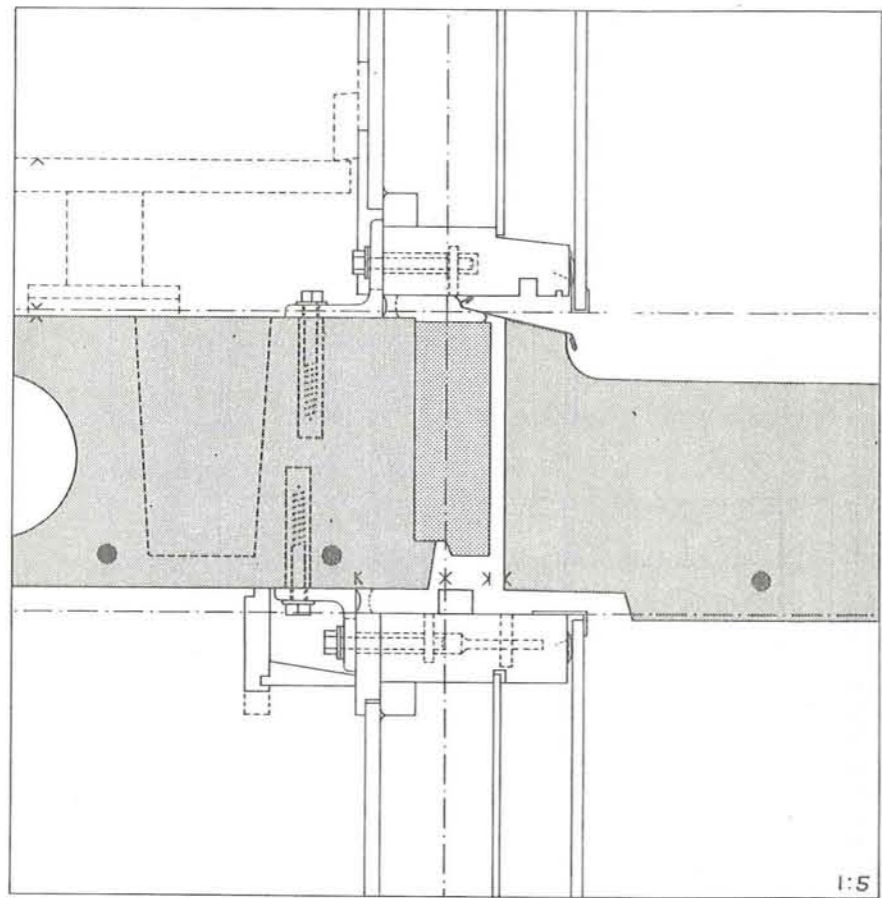


Let facade - gavl

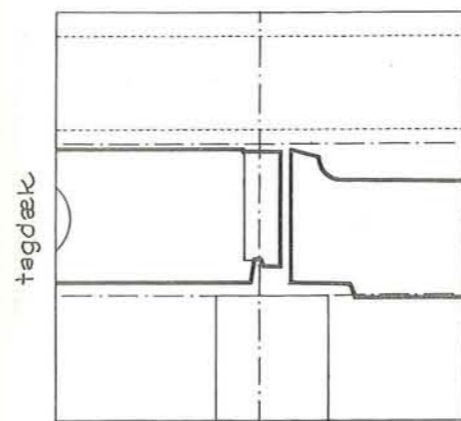
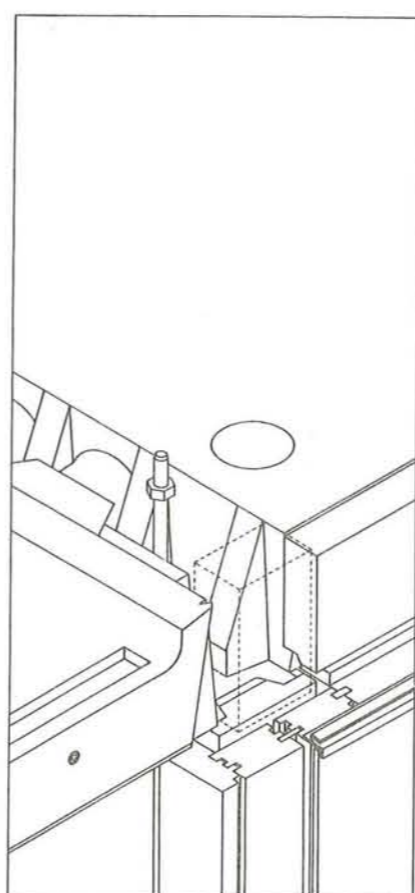
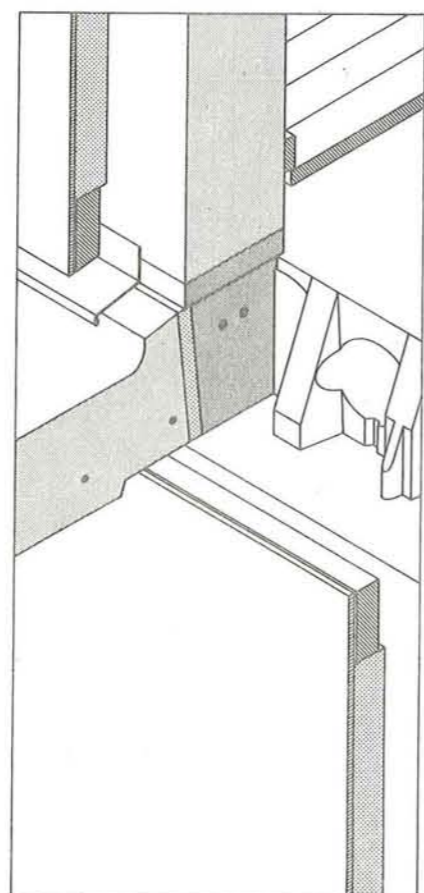
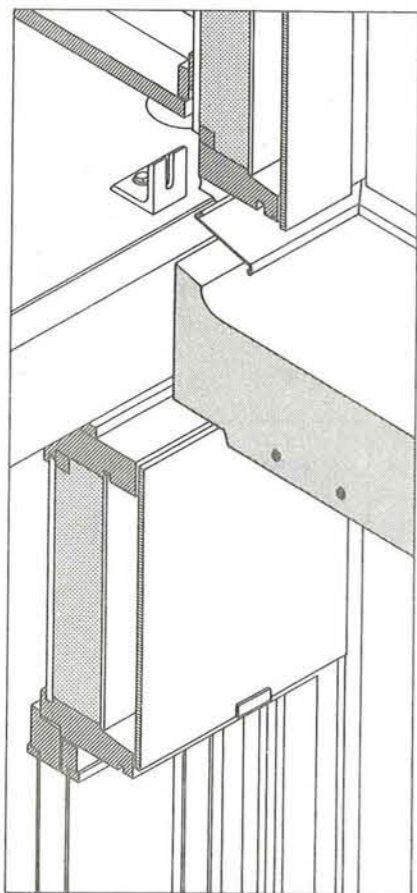


Let facade - tværvæg

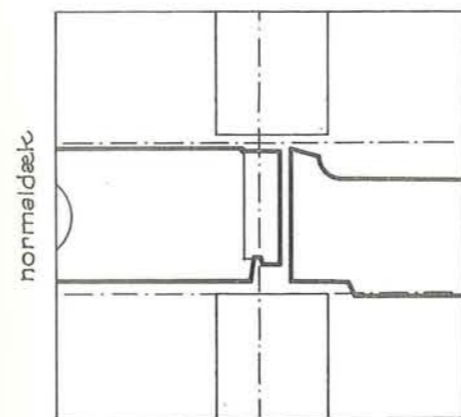
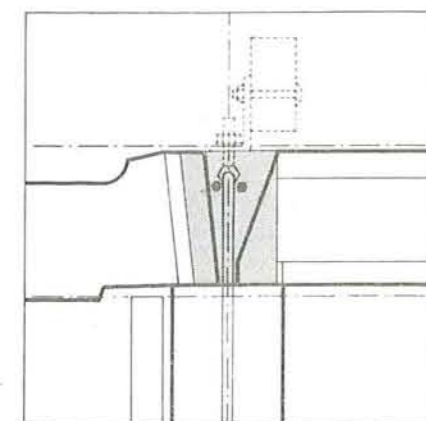
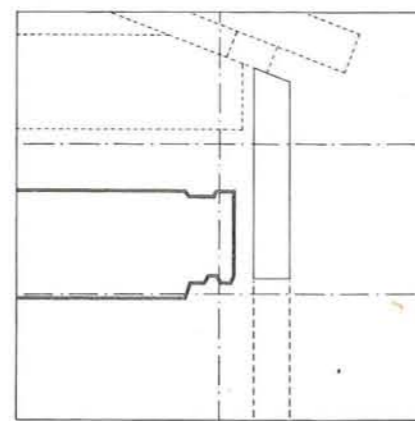




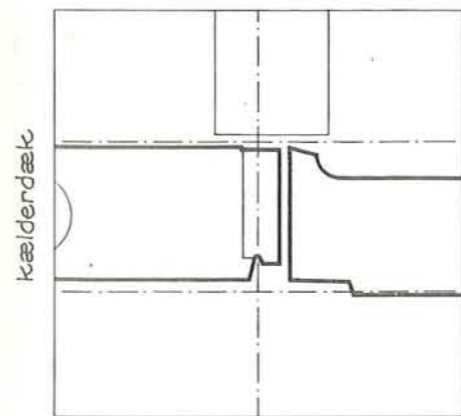
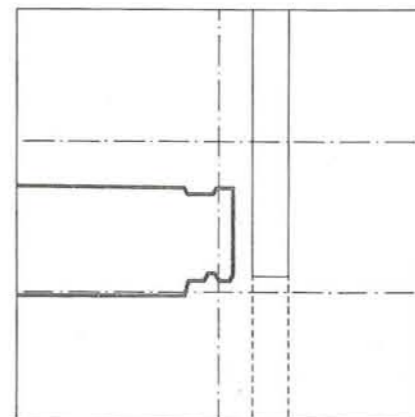
Samling altan - dæk - let facade



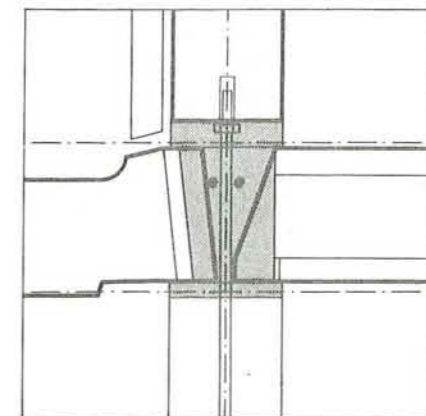
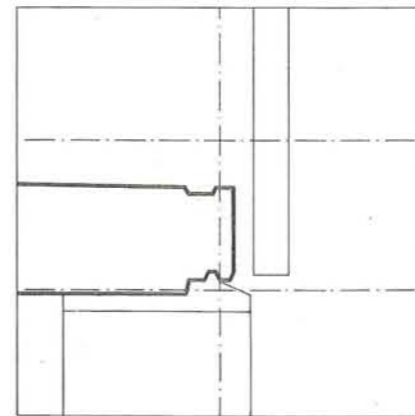
tagdæk



normaldæk



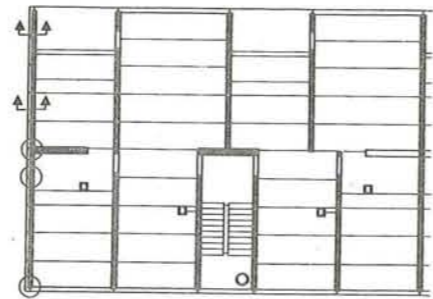
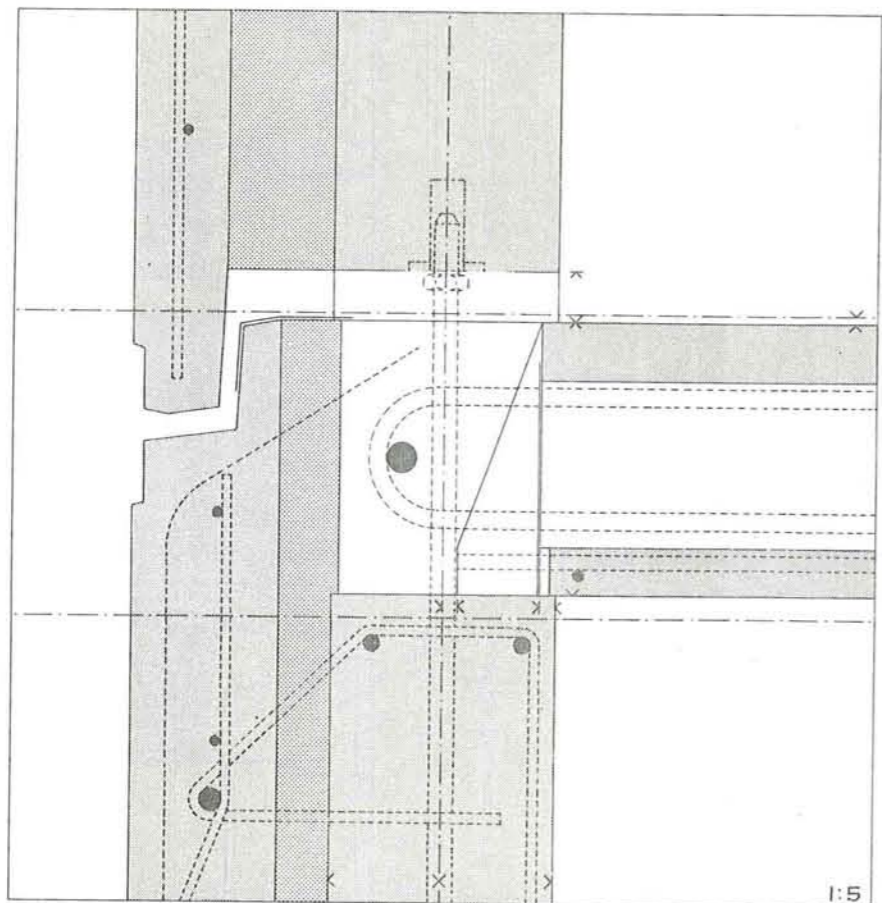
kælderdæk



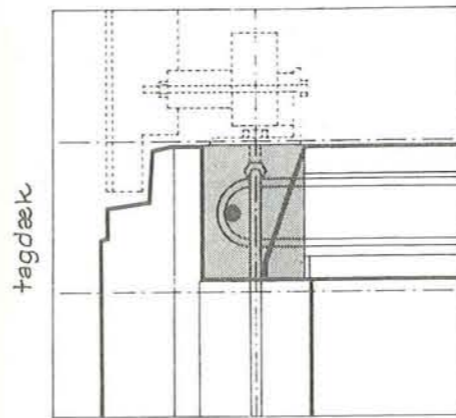
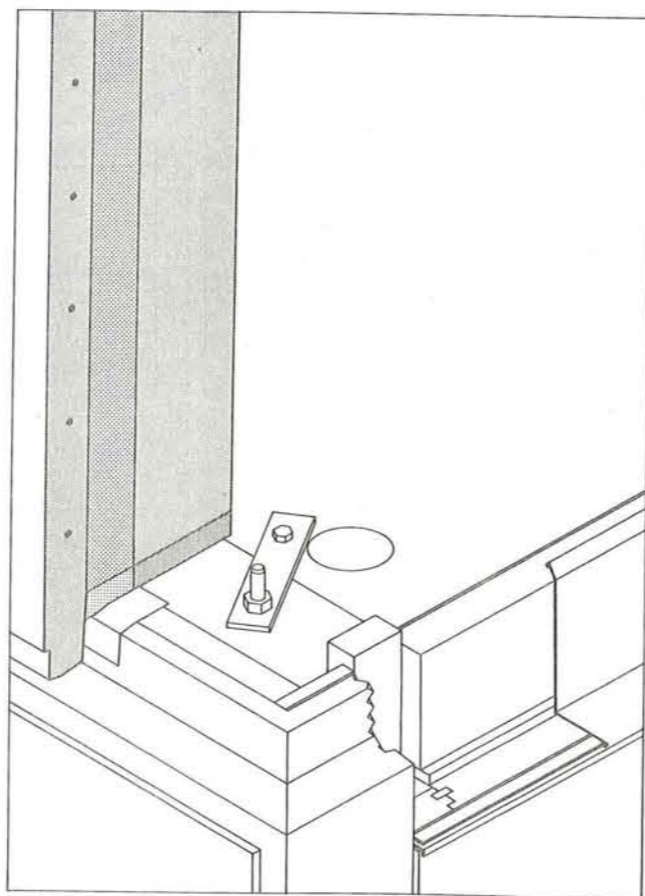
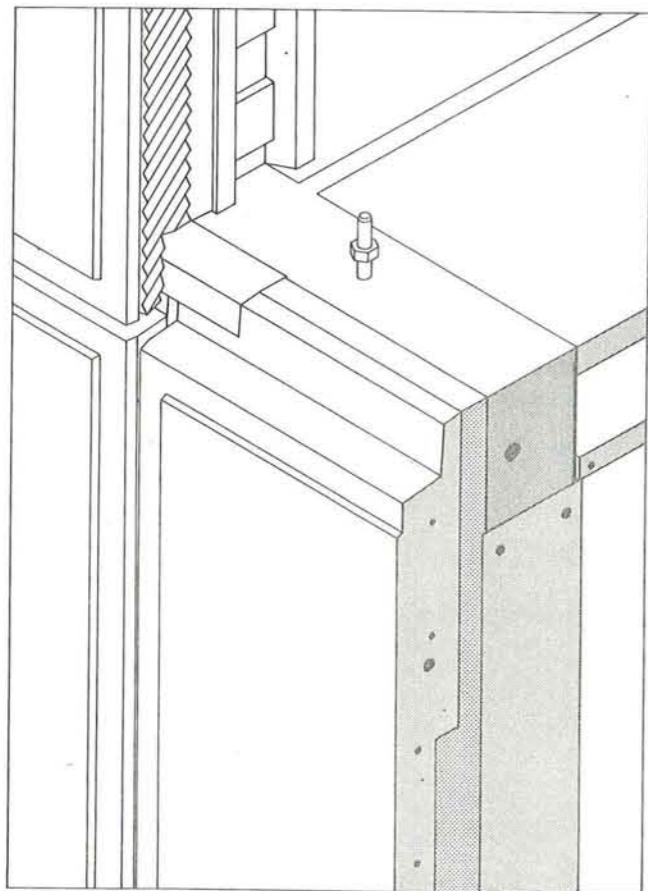
Altan - dæk - let facade

Afdækning altanforkant

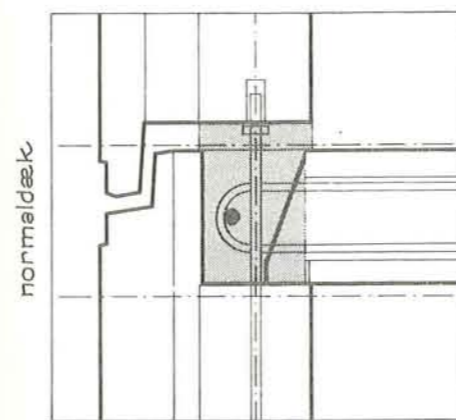
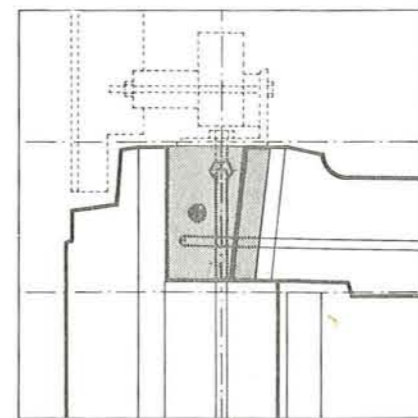
Altan - dæk - tværvæg



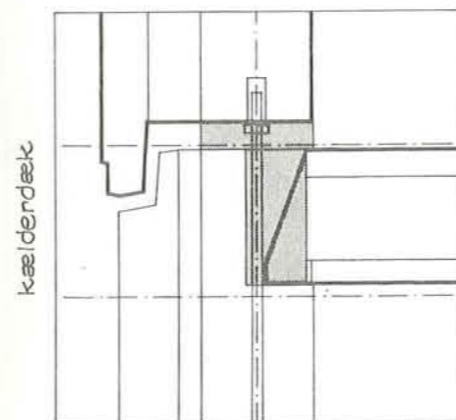
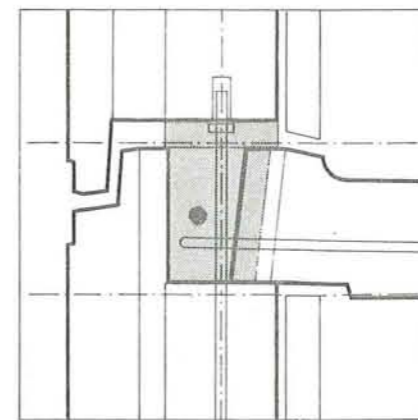
Samling gavl - dæk



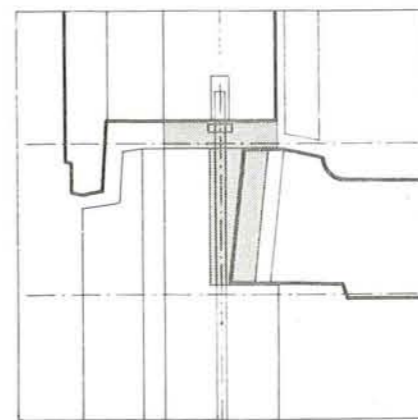
tagdæk



normaldæk

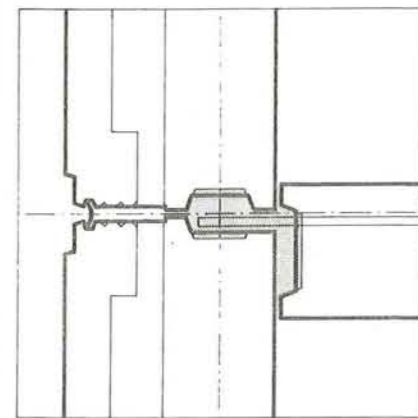


kælderdæk

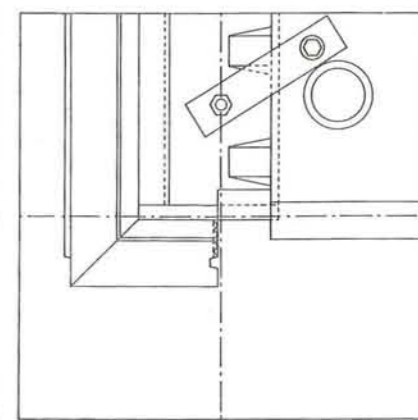
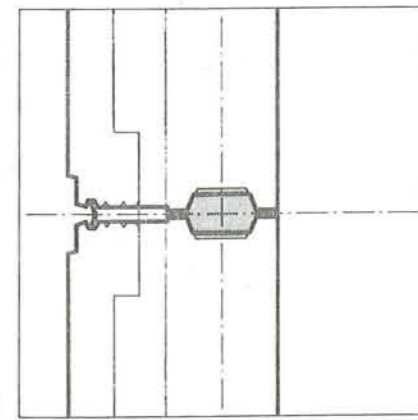


Gavl - dæk  
↕

Gavl - altan  
↕

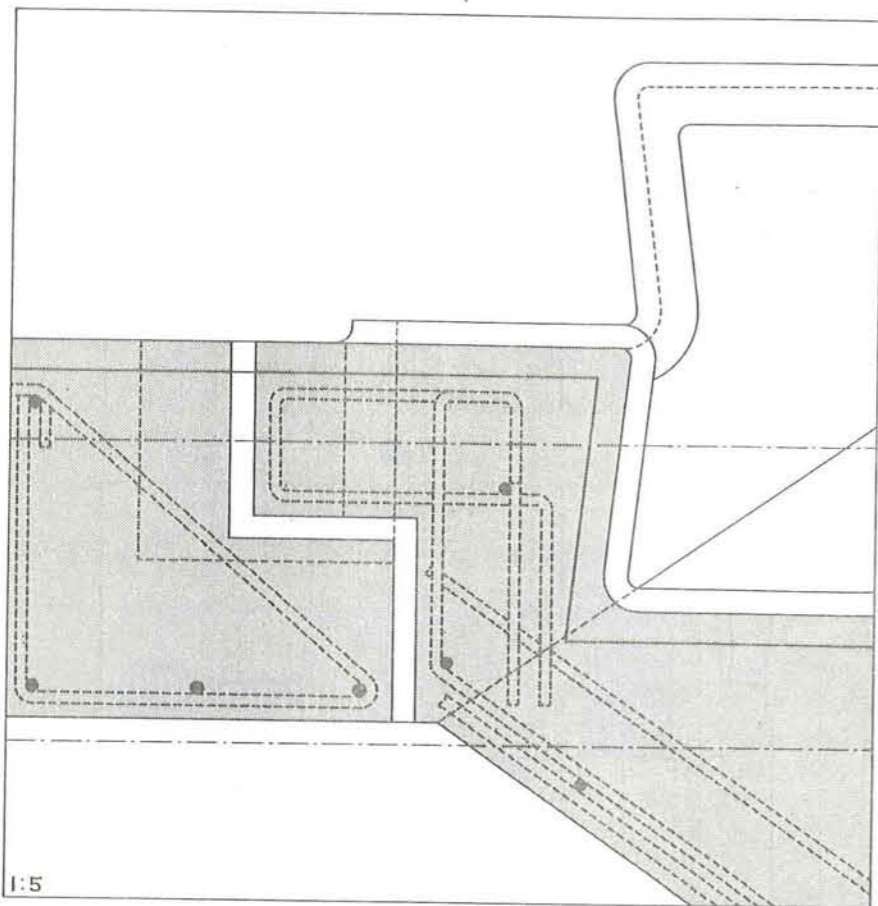


Gavl - afstivende længdevæg



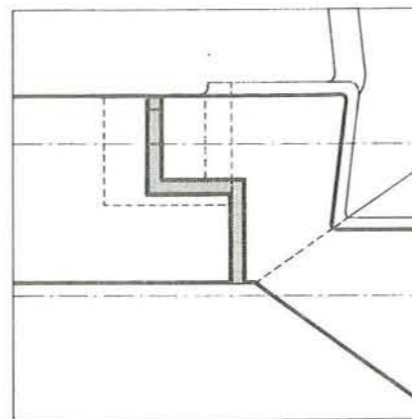
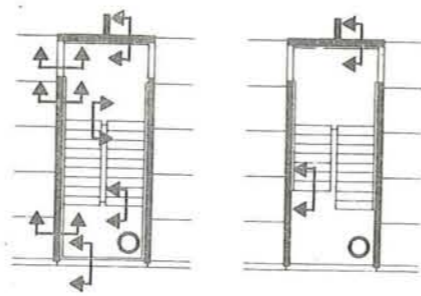
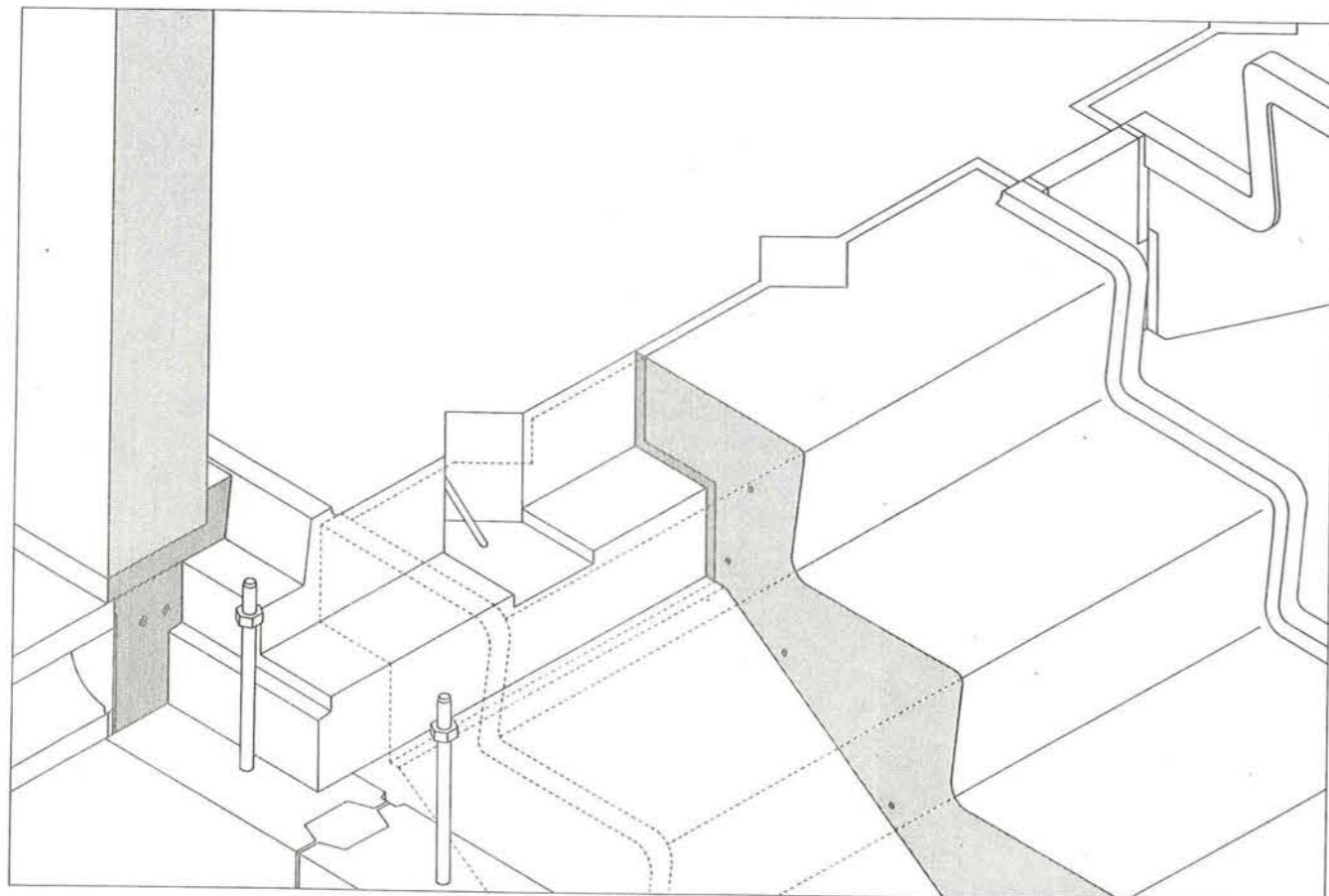
Hjørneanker ved gavl  
(vægkomp. løftet væk)



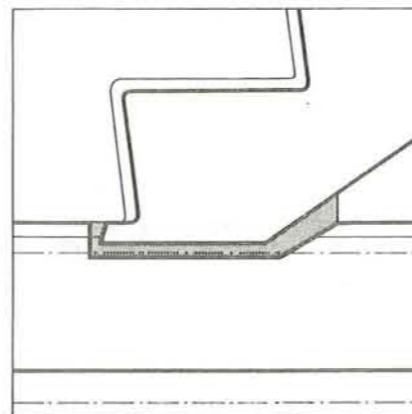


1:5

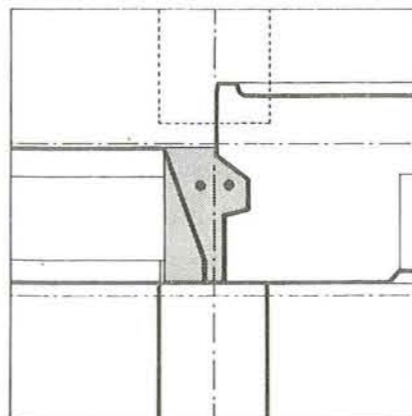
Samling løb-repos



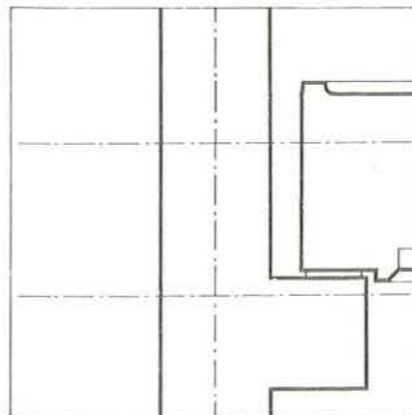
Repose - løb (mellemp.-løb)



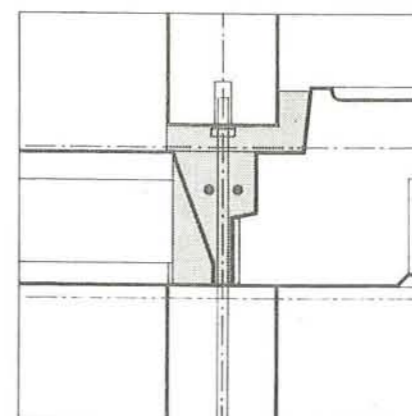
Indgangsrepose - løb



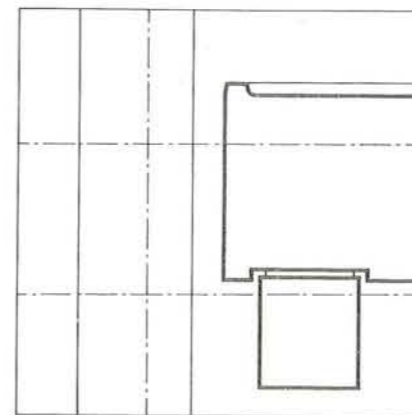
Hovedrepose - dørhul



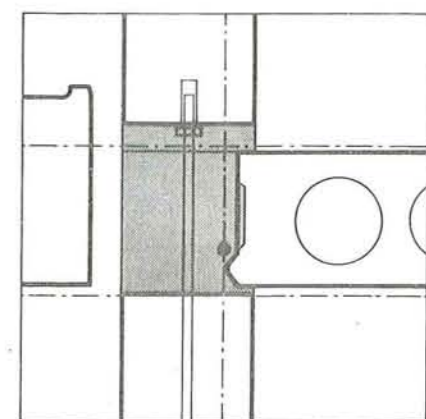
Mellempose - tværvæg



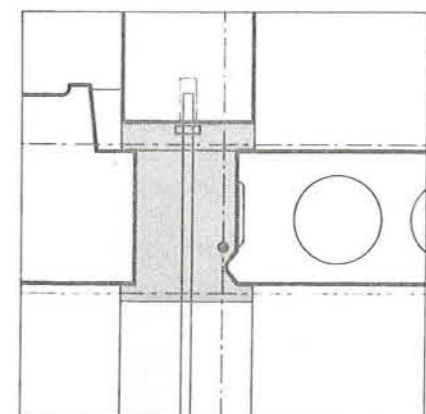
Hovedrepose - tværvæg



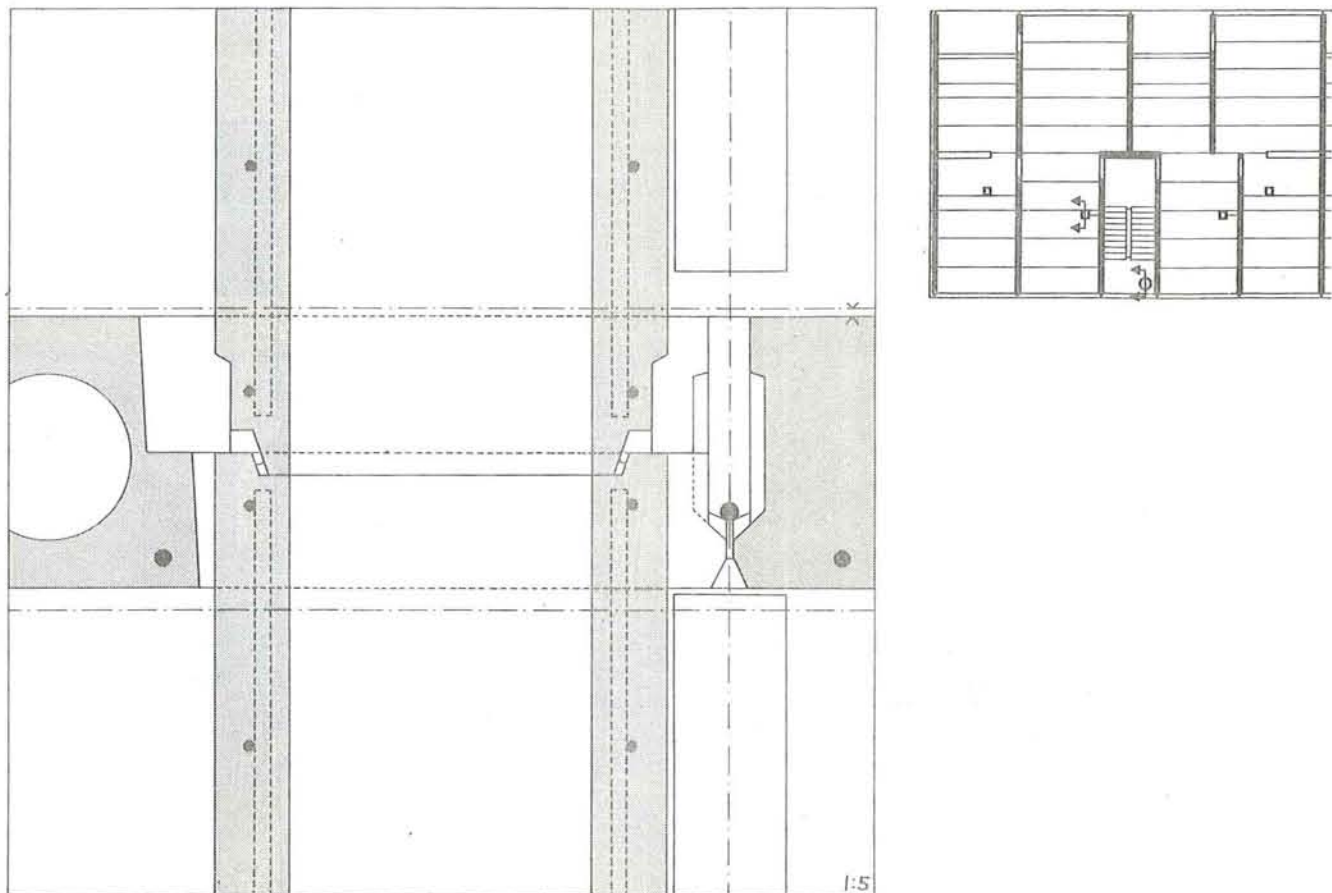
Mellempose - facade



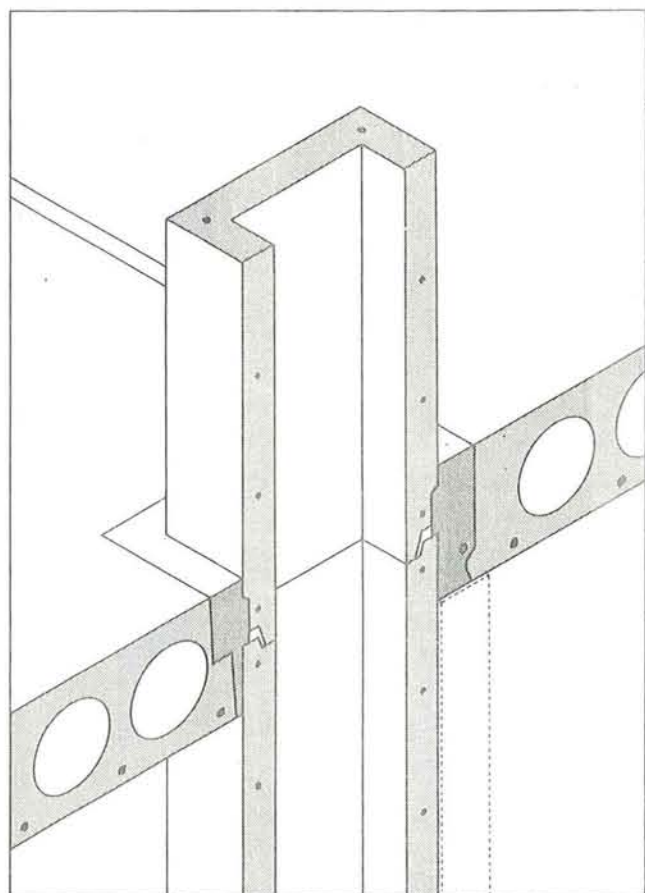
Hovedrepose - endevæg trappe



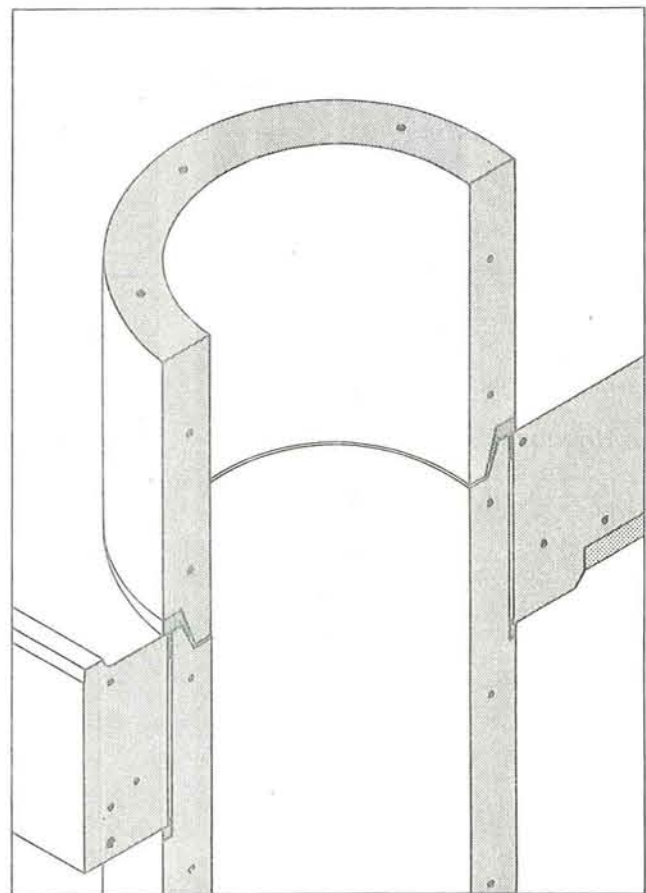
Hovedrepose - endevæg trappe  
(kælderdæk)



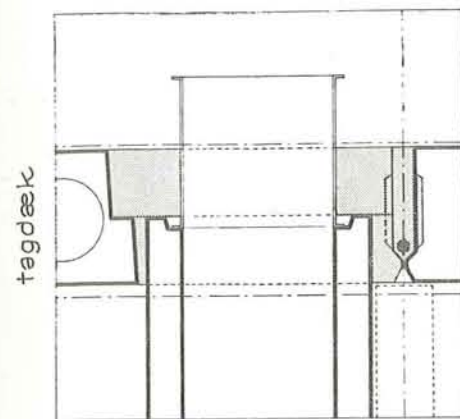
Ventilationsskakt



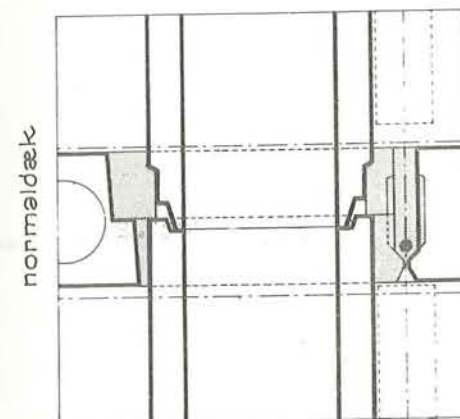
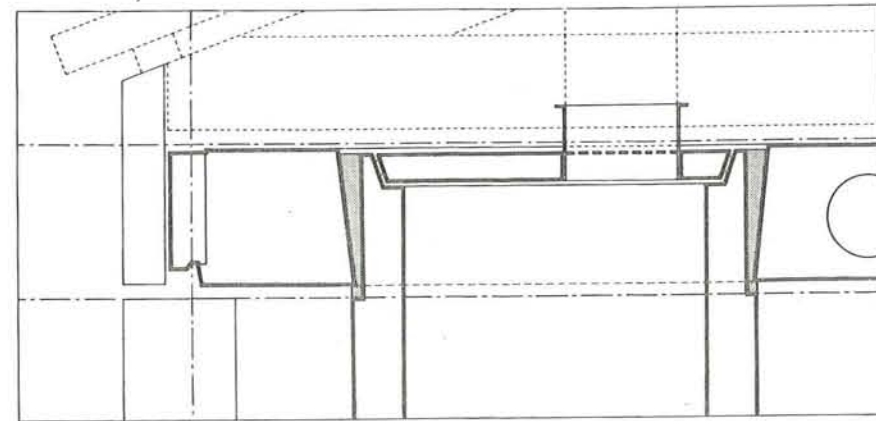
Ventilationsskakt



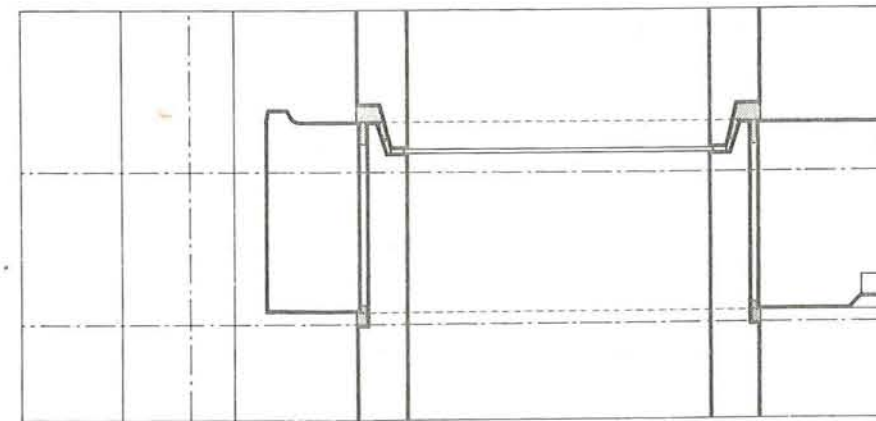
Affaldsskakt



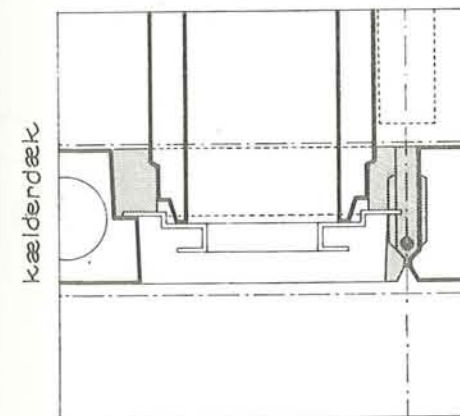
tagdæk



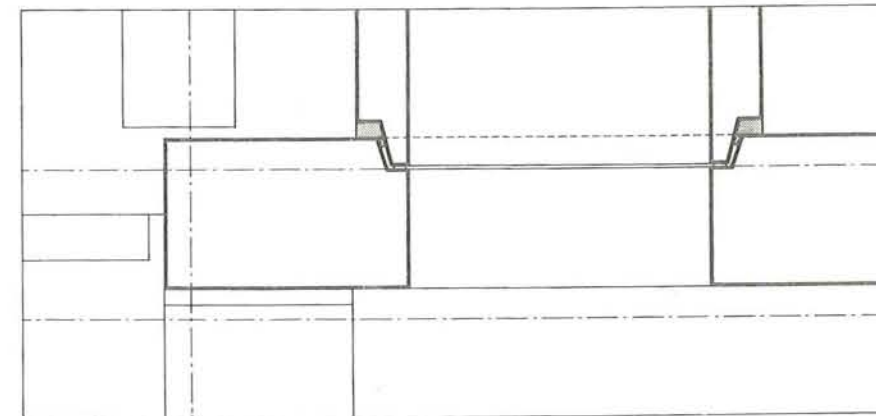
normaldæk



(ved mellemrepose)



kælderdæk



Ventilationsskakt

Affaldsskakt

(ved indgangsrepose)



## BYGGE-SYSTEM-NØGLE

- en nøgle til støtte for udvikling og præsentation af detaljer i byggesystemer

Under en industriel byggeskik, hvor der katalogbygges med præfabrikerede komponenter, må komponenternes samlingsdetaljer være afklarede - og vises i producenternes katalogmateriale.

Dette er især vigtigt for byggesystemer - såkaldte delsystemer - til "råhuset", fordi det er detaljerne som i virkeligheden redegør for systemets gyldighedsområde.

Bygge-system-nøglen viser med et minimum af tekst hvilke og hvor mange detaljer, der må gennemarbejdes og præsenteres, for at en idé kan blive til et byggesystem.

## KOMMENTARER TIL BROCHURERNE FRA HØJGAARD &amp; SCHULTZ A/S

Det materiale, Højgaard & Schultz A/S så velvilligt har stillet til rådighed for undervisningen, indgår i notatets pensum, men udleveres separat af praktiske grunde. Detaillerne er også tænkt udnyttet som grundlag for øvelser, skitsering o.s.v., omend de ikke er direkte egnede til kopiering, da brochurernes figurer er i målestok 1:10. Tegninger i større målestok findes på afdelingen og kan stilles til rådighed for studerende, der skal skitse (i målestok 1:5).

Detaillerne er i øvrigt meget nær de samme for elementer leveret fra en række andre danske elementfabrikker.

Enkelte kommentarer følger nedenfor:

## Brochure 5/1 DÆK

Der henvises til danske standards for mål og brandklassifikation. Dækkene kan benyttes i alt normalt bolig- og kontorbyggeri m.v..

Målstandarderne siger, at modulen generelt er  $M = 100 \text{ mm}$  (anvendes bl.a. til koordinering af køkkenskabe, komfurer og køleskabe), at planløsninger skal baseres på et  $3M \times 3M$  net ( $300 \times 300 \text{ mm}$ ), at der som præference benyttes vægafstande, midt-væg-midt-væg  $n \times 3M$  ( $n \times 300 \text{ mm}$ ) og dækbredder og vægbredder  $= p \times 12M$  (eventuelt  $6M$ ).

Etage(brutto)højden er  $28M$ , i enfamiliehuse eventuelt kun  $26M$ .

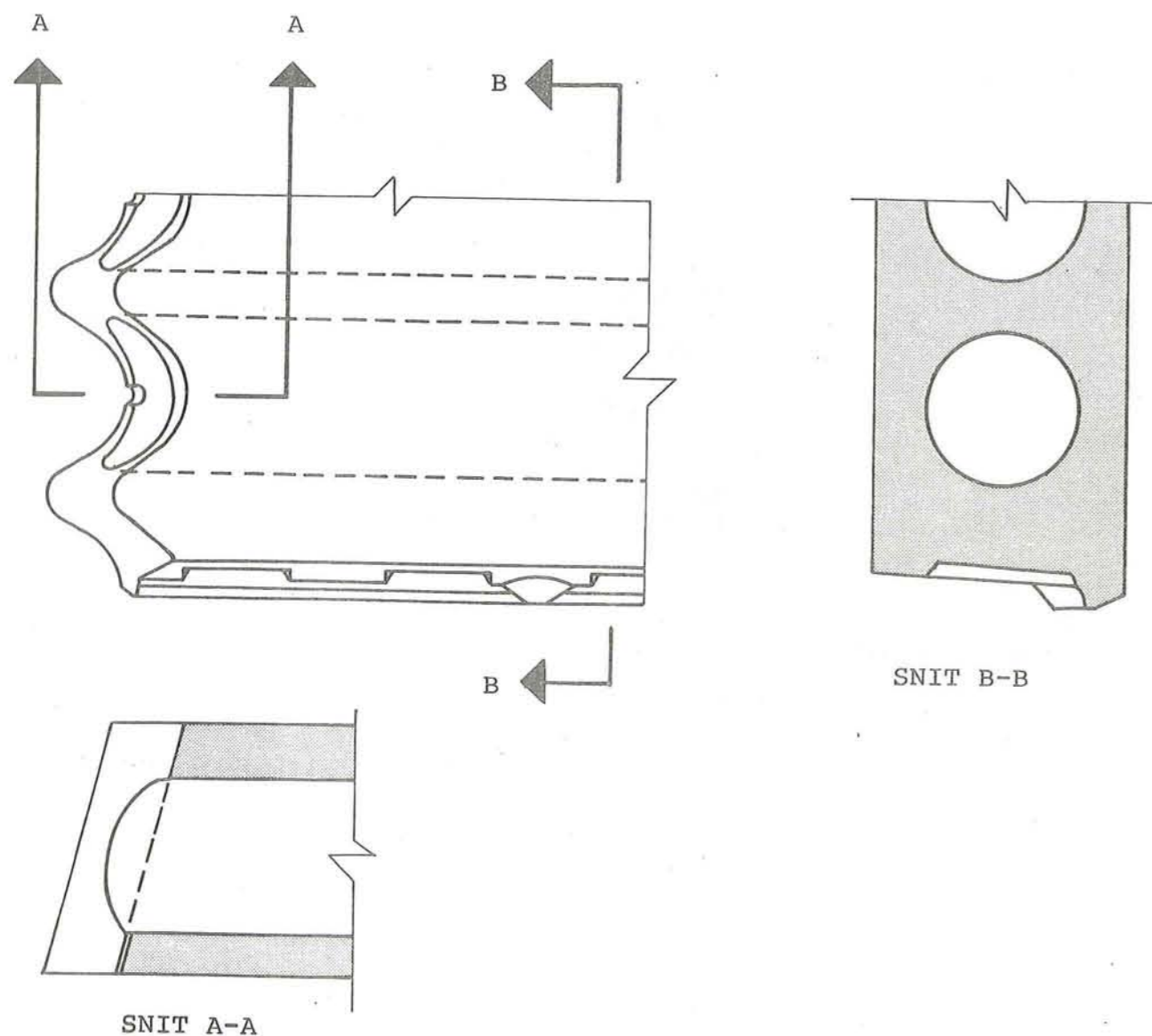
Se endvidere teksten til figur 10, pag.32.

Brochure 7/1, VÆGGE  
Fugebredde

Betonkvaliteten i vægfugeudstøbningen er normalt  $f_{ck} = 15 \text{ MN/m}^2$ . For væg-væg-fugen kan fugebredden udledes af tabel 1 i brochuren som forskellen mellem modulmålet ( $M$ -mål) og tilvirkningsmålet, d.v.s. fra 3 til 8 mm, afhængigt af vægelementbredden. Dette mål angives på tegningen og varierer naturligvis i praksis, afhængigt af fabrikations- og montagemålafvigelser.

Montageboltes  
placering

Bemærk, at bolte skal placeres af hensyn til elementets tyngdepunkt, og at industriproducerede betonelementer har meget snævre tolerancer på det vigtige breddemål.



FIGUR 10

NY BÆREKNAST OG LANGKANT PÅ H & S DÆKELEMENT, 1:5.

Bæreknasterne vises på plan og snit A-A. Hele elementkanten er skrå, idet knaster m.v. dannes af en bølgeformet cylinderflade med frembringere med hældning ind mod elementet. Herved lettes afformningen af endeformene. Den gængse, ældre type bæreknastr vist bl.a. på figur 2 kræver, at endeformen indledningsvis bevæges vandret bort fra elementet, mens endeformen til den nye type kan løftes lodret op.

Den fortandede langkant vist på plan og snit B-B er endvidere på alle dækelementer idag skrå, ikke lodret som vist på figur 2 og pag. 24. Derved øges bredden foroven af den langsgående dæk-dækfuge fra 22 til 54 mm, således at det bliver lettere at ilægge og omstøbe armeringsjern. Fugen er forneden teoretisk 2 mm både på de ældre og de nyere dækelementer.

Se endvidere H & S brochure 5/1 DÆK.

Vægtykkelser

75 mm tykke vægge er ikke bærende, men f.eks. rumadskillende, badeværelsesvægge o.s.v.

100 mm tykke vægge kan i visse situationer være bærende.

150 mm tykke vægge er det normale i boligbyggeri i 3-4 (op til 8) etager.

180 mm tykke vægge anvendes i byggeri med adskillige etager, 8 og opefter, og vil i almindeligt boligbyggeri i reglen give bedre lydisolering for en ringe merpris, da etagekrydssets udstøbning da med større sikkerhed over for sjusk vil hindre lydbroer.

Brochure 3/1  
SANDWICHFACADER

Not i stedet  
for vaskebrædt

Detallierne og teksten uddyber facadeelementnotatets tekst. På et enkelt punkt bør løsningen kommenteres: Højgaard & Schultz benytter ikke not for neoprene plus vaskebrædt som vandtætnende trin i 2-trins-fugen, men to noter, en for neoprenestrimlen og en bagved som dræn. Denne løsning er fuldt forsvarlig, når en højt kvalificeret elementfabrik står bag: Notten skal fungere, d.v.s. at der ikke må være skår eller stenreder. Fabrikker med en ringere støbeteknik står sig ved at benytte vaskebrædt, da dets funktion bibeholdes, selv om der er begrænsede skår og stenreder.

Neoprenestrimlen skal passe nogenlunde, d.v.s. at der på grund af målafvigelser i produktion og montage må regnes med en ikke helt uvæsentlig variation i de aktuelle fugers bredde. Den side 5 og 6 i afsnit 3.5.1 angivne fugebredde, 16 mm, er, efter min opfattelse, den mindste, man bør foreskrive, da den praktiske fugebredde ellers nemt hist og her bliver så lille, at det er umuligt at montere en neoprenestrimmel. (Er uheldet ude, kan en fugemasse i en smal fuge teknisk klare problemet.) Der må regnes med, at byggepladsen skal have mindst 3 forskellige bredder neoprenestrimmel parat til de forskellige, aktuelle fugebredder.